

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

**Є.С.СЄДИШЕВ**

# **МЕТРОЛОГІЯ І СТАНДАРТИЗАЦІЯ**

*КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ*

*(для студентів 2 – 4 курсів денної і заочної форм навчання  
за напрямом підготовки 0921 – «Будівництво»)*

**ХАРКІВ – 2008**

УДК 624.01(075.8)

Метрологія і стандартизація. Конспект лекцій (для студентів 2 - 4 курсів денної і заочної форм навчання за напрямом підготовки 0921 – «Будівництво»). Авт.: Є.С.Сєдишев. – Харків: ХНАМГ, 2008. – 84 с.

Автор:                   ст. викл. Є.С.Сєдишев.

Рецензент:           к.т.н., доц. кафедри будівельних конструкцій ХНАМГ  
Попельнух В.М.

Рекомендовано кафедрою будівельних конструкцій,  
протокол №   3   від 4 листопада 2008 р.

## **ВСТУП**

Курс «Метрологія і стандартизація» – один із завершальних серед дисциплін, присвячених технологіям, матеріалам і конструкціям у будівництві.

Головна мета курсу – дати уявлення майбутнім спеціалістам щодо місця цих наук у народному господарстві і будівництві, а також у міждержавному співробітництві.

В даному посібнику викладені основні положення метрології і стандартизації, принципи і основні поняття та визначення, деякі закономірності в них, зв'язок цих наук з життям людей. Наведені приклади вимірювання, а також випробувань досліджених об'єктів. Викладені методи контролю якості будівельних матеріалів для щойно побудованих об'єктів і для тих, котрі якийсь час експлуатувалися.

Цей методичний посібник складений відповідно до програми курсу «Метрологія і стандартизація» для підготовки бакалаврів за спеціальностями будівельного напрямку (ПЦБ, ОПБ, МБГ, ТОР і РБ). Його зміст відповідає характеру викладання цієї дисципліни на кафедрі будівельних конструкцій Харківської національної академії міського господарства із розрахунку 15 – годинного лекційного курсу.

## **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ ЗМ 1.1. МЕТРОЛОГІЯ**

### ***ТЕМА 1 – 2 ГОДИНИ***

#### **1.1. Метрологія як наука про вимірювання**

Працюючим в галузі будівництва постійно доводиться займатися тими чи іншими вимірами, особливо – за контролем якості продукції, проведенням обстежень будівель і споруд, визначенням міцнісних показників будівельних конструкцій і т.д. А виміри – це процес знаходження значень будь-яких фізичних величин за допомогою технічних засобів і їхнє порівняння з еталонами. Теорією і практикою вимірів займається метрологія.

Здавна людям досить часто доводилось мати справу з різними вимірюваннями: при будівництві споруд, визначенні напрямку руху морем з використанням астрономії, в торгівлі, при визначенні пропорцій людського тіла. В стародавні часи частини людського тіла використовувались як міра довжини: ширина великого пальця – *дюйм*, ширина долоні – *пальма*, довжина стопи – *фут*, відстань від ліктя до кінця середнього пальця – *лікоть* та ін.

В Англії ще в XVII ст. була прийнята одиниця міри довжини – *фут* (нога, стопа), яка дорівнювала 30,5 см. Болільники футболу знають, що розміри футбольних воріт становлять 7,22 x 2,44 м або ж 24 x 8 футів, оскільки Англія є батьківщиною футболу.

Різні народи нашої планети перебували на неоднакових стадіях розвитку, то й міри були різноманітні. Досить пригадати, що в XVIII ст. в Європі було понад 100 різних футів, понад 120 фунтів, 46 миль та інших одиниць виміру.

У Київській Русі найпоширенішими мірами довжини були: верста, сажень, лікоть, аршин, ступня, долоня, вершок, палець; мірами ваги – пуд, гривня, гривенка, золотник, почка, пиріг тощо.

Одиницями виміру часу на Русі були: рік, місяць, тиждень, доба, година. Причому відлік нового року починався і з березня, і з вересня. Указом Петра I введений початок нового року – з першого січня.

Вдосконаленням мір та впорядкуванням їх точності в Російській імперії систематично почали займатися тільки з XVIII століття.

Указом від 1835 року «Про систему російських мір і ваги» було закладено основу російської системи вимірювання, а в Санкт-Петербурзькій фортеці в одному з особливих приміщень зберігалось нове зібрання еталонних мір довжини, місткості рідких і крихких тіл та вагових одиниць. За цими еталонами були виготовлені і розіслані в губернії Росії вивірені копії аршина, відра, четверика, фунта.

Практичним застосуванням російських мір і ваги займалося засноване в 1842 р. Депо еталонних мір та ваги. Організація Депо і встановлення правил перевірки робочих мір стали тією основою, яка забезпечувала єдність вимірювання і одноманітність мір у Росії. Першим хранителем Депо еталонних мір і ваги був призначений академік А.Я. Купфер, відомий учений і метролог, який очолював Депо з 1842 до 1865 р. Вагомий вклад у розвиток метрології своїми працями здійснили такі вчені, як Г.І.Вільд, Б.С.Якобі, В.С.Глухов, Д.І.Менделєєв, Н.Г.Сгоров, Л.В. Залуцький, В.В.Бойцов та ін.

### ***Метрична система мір***

Зміцнення культурних і економічних зв'язків вимагало подальшого впорядкування системи мір з розробленням єдиної прийнятної для держав міжнародної одноманітної системи мір і ваги.

В кінці XVIII ст. у Франції Національні збори ухвалили декрет щодо реформи системи мір і доручили Паризькій академії наук провести підготовчу роботу. Комісія під керівництвом Лагранжа запропонувала десятичну систему з кратними і дільовими частинами,

а комісія під керівництвом Лапласа запропонувала одиницю довжини  $1/40000000$  частину довжини паризького меридіана. Цю одиницю назвали *метр*.

За одиницю маси було запропоновано масу 1 кубічного дециметра чистої води при температурі  $+4^{\circ}\text{C}$ , яку назвали *кілограмом*. Таким чином, перша метрична система мір, у якій одиниці довжини, площі, об'єму і маси були чітко пов'язані між собою, була законодавчо прийнята 7 квітня 1795 року Національними зборами Франції.

22 червня 1799 року роботи над метричною системою були завершені, виготовлені із платини прототиби одиниці довжини у вигляді лінійки довжиною 1 метр, товщиною 4 мм і шириною 25 мм, а також одиниці маси – 1 кілограм у вигляді платинового циліндра висотою і діаметром 39 мм. Платинові прототиби метра і кілограма згодом передали на збереження до Національного Архіву Франції.

20 травня 1875 року 17 держав-учасниць підписали міжнародну Метричну конвенцію, що мала важливе значення для міжнародної уніфікації одиниць вимірювання в міжнародному масштабі. *Метрична конвенція* – це перше свідчення міжнародного наукового співробітництва вчених Європи, Азії й Америки.

У 1889 році російська делегація одержала на Першій генеральній конференції з мір та ваги по дві копії нових прототипів метра № 11 і № 28 та кілограма № 12 і № 26, виготовлених із платино-іридієвого сплаву.

Для збереження одноманітності, точності і взаємовідповідності мір і ваги на базі російського Депо еталонних мір і ваги у 1893 році було створено Головну палату мір і ваги, президентом якої став Д.І. Менделєєв. При палаті було організовано ряд лабораторій, обладнаних першокласною вимірювальною технікою. Вона перетворилася на справжню метрологічну установу, яка забезпечувала єдність вимірювань у Росії.

Подальша історія розвитку метрології в колишньому СРСР починається з Декрету Совнаркому від 14 вересня 1918 р. про введення метричної системи мір і ваги. Він сприяв подальшому розвитку науково-дослідних робіт щодо забезпечення єдності вимірювань і розвитку приладобудування.

Метрологія має важливе значення для науково-технічного прогресу, оскільки без вимірювань, без постійного підвищення їх точності неможливий розвиток жодної з галузей науки і техніки. Завдяки точним вимірюванням стали можливими численні фундаментальні відкриття. Наприклад, вимірювання густини води з підвищеною точністю обумовило відкриття в 1932 р. важкого ізотопу

водню – *дейтерію*, мізерний вміст якого в звичайній воді здатний збільшувати її густину.

Розвиток науки і промисловості стимулював розвиток вимірювальної техніки, а вдосконалення вимірювальної техніки, в свою чергу, активно впливали на розвиток багатьох галузей науки і техніки.

Жодне наукове дослідження чи процес виробництва не може обійтися без вимірювань, без вимірювальної інформації. Ні в кого немає сумніву відносно того, що без розвитку методів і засобів вимірювання прогрес у науці і техніці неможливий.

Для забезпечення науково-технічного прогресу метрологія повинна випереджати в своєму розвитку інші галузі науки, бо для кожної з них точні вимірювання і достовірна інформація є основоположними.

## **1.2. Метрологія: основні поняття та визначення**

Галузь науки, яка вивчає вимірювання, називають *метрологією*. Слово «метрологія» утворене із двох грецьких слів: «metron» – міра і «logos» – наука. Дослівний переклад – наука про міри.

*Метрологія* в її сучасному розумінні – це наука про вимірювання, методи та засоби забезпечення єдності вимірювань і способи досягнення необхідної точності їх.

*Єдність вимірювань* – стан вимірювань, коли результати виражені в прийнятих одиницях, а похибки вимірювань прийняті із заданою ймовірністю. Єдність вимірювань необхідна для порівняння результатів вимірювань, що проведені в різних місцях, в різний час, з використанням різних методів і засобів вимірювання. Результати при цьому повинні бути однаковими, незалежно від використання методів і засобів вимірювання. Так, маса в 1 кг чи інша одиниця фізичної величини повинна бути адекватною в різних місцях, при вимірюванні різними засобами, методами та експериментаторами.

*Точність вимірювань* означає максимальну наближеність їх результатів до істинного значення вимірюваної величини.

*Правильність вимірювання* – характеристика якості вимірювання, що відображає близькість до нуля систематичної похибки вимірювання.

*Об'єкт вимірювання* – матеріальний об'єкт, одна або декілька властивостей якого підлягають вимірюванню. Об'єктами вимірювання

можуть бути фізичні величини або ж параметри технологічних процесів, апаратів; наприклад, температура, тиск, рівень, витрата, густина, концентрація, якість продукції тощо.

*Вимірювані величини* – фізичні величини чи параметри, які відображають властивості об'єкта як в кількісному, так і якісному відношеннях. Термін «*параметр*» походить від грецького слова, що в перекладі значить «вимірюю, співвідношу» і як фізична величина відображає властивості об'єкта. Параметри можуть бути як поодинокими, так і комплексними показниками властивостей об'єкта.

*Засіб вимірювальної техніки* – технічний засіб, який застосовують під час вимірювання і має нормовані метрологічні характеристики. З огляду на те, що в житті доводиться вимірювати надзвичайно велику кількість фізичних величин і користуватися при цьому різними приладами, вони мають відповідати своєму класу точності, мати нормовані метрологічні характеристики, своєчасно проходити повірки і бути однорідними.

*Однорідність засобів вимірювальної техніки* – такий стан засобів, за якого вони проградуйовані в узаконених одиницях і їх метрологічні характеристики відповідають нормам.

Таким чином, одним із головних завдань метрології є забезпечення єдності і необхідної точності вимірювань на підприємствах галузі і держави.

У більшості держав світу заходи щодо забезпечення єдності і необхідної точності вимірювань установлюються (закріплюються) законодавчо: шляхом ухвалення одиниць вимірювань, регулярних перевірок технічних, зразкових та еталонних засобів, випробування нових засобів вимірювання, підготовки кадрів тощо.

### **1.3. Державні метрологічні організації**

Вищим органом з питань стандартизації, метрології та якості продукції в нашій країні є Державний комітет України з питань стандартизації, метрології та сертифікації (Держстандарт України).

Структура Держстандарту України нараховує 35 центрів стандартизації, метрології та сертифікації, в тому числі – 26 обласних. Крім того, до складу Держстандарту України входять і науково-дослідні інститути (наприклад, Харківське науково-виробниче об'єднання «Метрологія»).

Держстандарт України здійснює державне управління забезпеченням єдності вимірювань в Україні і організовує проведення фундаментальних досліджень в галузі метрології, створення та

функціонування еталонної бази України, проведення повірок засобів вимірювальної техніки та ін. Рішення Держстандарту України з питань метрології є обов'язковими для виконання центральними та місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, підприємствами, організаціями, громадянами – суб'єктами підприємницької діяльності та іноземними виробниками.

Державна метрологічна служба, очолювана Держстандартом України, також включає державні контрольні лабораторії, відомчі і заводські відділи, лабораторії.

На початку XXI століття Україна реалізує свій державний суверенітет з метою визначення свого місця серед міжнародного товариства і забезпечення миру, стабільності, добробуту українському народу, а також заради активної участі в світовій торгівлі та науковому співробітництві.

Україні є що запропонувати своїм партнерам – від космічних технологій, продукції суднобудування до ліків, продуктів харчування і будівельних матеріалів. Якість вітчизняної продукції базується більш ніж на 200-річному досвіді, вона закріплена відповідними стандартами та сертифікатами.

Україна вступила до Світової організації торгівлі (СОТ), що потребує подальшого розвитку та вдосконалення національної системи стандартизації, метрології та сертифікації в напрямку зближення з міжнародними та європейськими стандартами, угодами і підходами. Цьому сприятиме участь України в Міжнародній організації з питань стандартизації (ISO) та інших міжнародних організаціях, де її представляє Держстандарт.

Законодавчою основою національної метрологічної системи є Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» від 11 лютого 1998 року № 113/98-ВР, який визначає правові основи забезпечення єдності вимірювань у нашій державі, регулює суспільні відносини у сфері метрологічної діяльності та спрямований на захист громадян і національної економіки від наслідків недостовірних результатів вимірювання.

До державного метрологічного забезпечення входять:

- система державних еталонів одиниць фізичних величин, що забезпечують відтворення цих одиниць з найвищою точністю;
- система передачі розмірів одиниць фізичних величин від еталонів усім засобам вимірів;
- система розробки, постановки на виробництво і випуск в побут робочих засобів вимірів, що забезпечують визначення з



необхідною точністю характеристик продукції (у виробництві, наукових дослідженнях);

- система стандартних довідкових даних щодо фізичних констант і властивостей речовин і матеріалів, що забезпечують достовірними даними науку і виробництво;

- державні випробування або метрологічна атестація засобів вимірів, призначених для серійного чи масового виробництва і ввозу їх через кордон партіями, що забезпечують однаковість засобів вимірів при їхній розробці і випуску в побут;

- обов'язкова державна і відомча перевірка засобів вимірів, що забезпечує однаковість засобів вимірів при їх виготовленні, експлуатації і ремонті;

- стандартні зразки складу і властивостей речовин і матеріалів, що забезпечують відтворення одиниць величин, що характеризують склад і властивості речовин і матеріалів.

#### **1.4. Фізичні величини та їх одиниці**

Поняття фізичної величини – це найзагальніше поняття у фізиці та метрології. Під *фізичною величиною* слід розуміти властивість, спільну в якісному відношенні для багатьох матеріальних об'єктів та індивідуальну в кількісному відношенні для кожного з них. Так, усі об'єкти мають масу і температуру, проте для кожного окремого об'єкта як маса, так і температура різні та конкретні за певних обставин.

Для встановлення різниці за кількісним вмістом властивостей у кожному об'єкті вводять поняття «розмір, фізичної величини».

Між розмірами кожної фізичної величини існує відношення, яке має ту саму логічну структуру, що й між числовими формами (цілими, раціональними чи дійсними числами, векторами). Тому множина числових форм з визначеними співвідношеннями між ними може слугувати моделлю фізичної величини, тобто множини її розмірів та співвідношення між ними.

Поняття про систему одиниць фізичних величин увів німецький астроном і математик К.Гаусс. Було встановлено, що для певної області вимірів (техніка, механіка, акустика, електротехніка, теплотехніка, світлотехніка і т.д.) можна вибрати кілька величин і необхідні інші утворити від основних за певним правилом. Ці одиниці називають похідними. Сукупність основних і похідних одиниць, що ставляться до деякої системи величин (областей вимірів), називається системою одиниць фізичних величин. Зусиллями вчених різних країн

була розроблена форма метричної системи мір – Міжнародна система одиниць СІ (SI – початкові букви французької назви *Système International*).

У 1997 році Держстандарт України ухвалив постанову щодо введення в державі Міжнародної системи одиниць – ДСТУ 3651.097 «Метрологія. Одиниці фізичних величин. Основні одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць. Основні назви, положення та позначення».

*Визначення основних одиниць* відповідно до рішення Генеральної конференції з мір і ваги:

*метр* – довжина шляху, який проходить світло у вакуумі за  $1/29979215$  частину секунди;

*кілограм* – одиниця маси, що дорівнює масі Міжнародного прототипу кілограма;

*секунда* –  $9\,192\,631\,770$  періодів випромінювання переходу між двома надтонкими рівнями основного стану атома цезію-133;

*ампер* – сила незмінного струму, який, проходячи через два паралельних прямолінійних провідники нескінченної довжини і занадто малого круглого перерізу, що розміщені на відстані метра один від одного у вакуумі, утворив би між провідниками силу в  $2 \cdot 10^{-7}$  Н на кожний метр довжини;

*кельвін* – одиниця термодинамічної температури –  $1/273,16$  частини термодинамічної температури потрійної точки води;

*кандела* – сила світла, що випромінюється з площі у  $1/600000$  м<sup>2</sup> перерізу повного випромінювача у перпендикулярному до цього перерізу напрямку при температурі затвердіння платини та тиску  $101325$  Па;

*моль* – кількість речовини, яка вміщує стільки ж молекул (атомів, частинок), скільки вміщується атомів у нукліді вуглецю-12 масою в  $0,012$  кг.

Крім основних одиниць СІ є велика група похідних одиниць, які визначають за законами взаємозв'язків між фізичними величинами або ж на основі визначення фізичних величин. Відповідні похідні одиниці СІ виводяться із рівнянь зв'язку між величинами. Залежно від наукового напрямку утворені похідні одиниці для простору, часу, механічних, теплових, електричних, магнітних, акустичних, світлових величин та величин іонізуючого випромінювання.

Поряд з основними та похідними одиницями Міжнародної системи СІ є ще позасистемні одиниці. Їх широко застосовують в повсякденному житті. Крім названих, є ще позасистемні одиниці тимчасового використання (морська миля, яка дорівнює –  $1852$  м,

гектар – 10000 м<sup>2</sup>, ар – 100 м<sup>2</sup>, бар – 10<sup>5</sup> Па та ін.), а також відносні та логарифмічні величини.

Найпрогресивнішим способом утворення кратних та частинних одиниць є прийнята у метричній системі мір десяткова кратність між великими і малими одиницями. Десяткові кратні та частинні одиниці від одиниць СІ утворюються шляхом використання множників та приставок від 10<sup>18</sup> до 10<sup>-24</sup> (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Множники і приставки для утворення кратних та частинних одиниць

Множник	Приставка		
	Назва	Позначення	
		Укра- їнське	Міжна- родне
1	2	3	4
1000000000000000000 = 10 <sup>18</sup>	екса	Е	Е
1000000000000000 = 10 <sup>15</sup>	пета	п	р
1000000000000 = 10 <sup>12</sup>	тера	Т	Т
1000000000 = 10 <sup>9</sup>	гіга	Г	Г
1000000 = 10 <sup>6</sup>	мега	М	М
1000 = 10 <sup>3</sup>	кіло	к	k
100 = 10 <sup>2</sup>	гекто	г	h
10 = 10 <sup>1</sup>	дека	да	da
0,1 = 10 <sup>-1</sup>	деци	д	d
0,01 = 10 <sup>-2</sup>	санти	с	c
0,001 = 10 <sup>-3</sup>	мілі	м	m
0,000001 = 10 <sup>-6</sup>	мікро	мк	μ
0,000000001 = 10 <sup>-9</sup>	нано	н	n
0,000000000001 = 10 <sup>-12</sup>	піко	п	p
0,0000000000000001 = 10 <sup>-15</sup>	фемто	ф	f
0,0000000000000000001 = 10 <sup>-18</sup>	атто	а	a
0,000.....001 = 10 <sup>-21</sup>	зенто	зп	z
0,000.....001 = 10 <sup>-24</sup>	йокто	й	y

## **1.5. Еталони і передача розмірів одиниць робочим засобам вимірів**

Єдність вимірів досягають шляхом точного відтворення та зберігання встановлених одиниць фізичних величин і передачі їх розмірів робочим засобам вимірів. Відтворення, зберігання й передачу розмірів одиниць здійснюють за допомогою еталонів і зразкових засобів вимірів.

Еталон – це спосіб вимірів (або комплекс способів вимірів), що забезпечує відтворення й зберігання одиниці з метою передачі її розміру нижчестоящим за перевірконою схемою засобам вимірів, виконане за особливими правилами й затвердженого у встановленому порядку.

Еталони за підпорядкованістю підрозділяють: на первинні (вихідні) і вторинні (підлеглі). Первинні еталони відтворюють одиниці й передають їхні розміри з найвищою точністю, досягнутою в даній області вимірів. Основні одиниці в цей час можуть бути відтворені з погрішностями: довжина –  $5 \cdot 10^{-9}$  м, маса –  $2 \cdot 10^{-3}$  мг, сила струму –  $4 \cdot 10^{-6}$  А, температура – 0,001 К, сила світла –  $2 \cdot 10^{-3}$  кд, сила –  $5 \cdot 10^{-6}$  Н, тиск –  $3 \cdot 10^{-8}$  Па, час, частота –  $1 \cdot 10^{-12}$ .

Первинні еталони є вихідними для країни, їх затверджують як державні еталони. До вторинних еталонів відносять еталони-копії, еталони порівняння й робочі еталони. Еталони-копії призначені для передачі розмірів одиниць робочим еталонам. Еталони порівняння призначені для взаємного порівняння еталонів. Робочі еталони призначені для перевірки зразкових і найбільш точних робочих засобів вимірів.

Державні еталони створюють, затверджують та зберігають організації Держстандарту України. Вторинні еталони створюють, зберігають і застосовують міністерства й відомства. Протягом терміну служби еталонів вони піддаються систематичним дослідженням з метою забезпечення незмінності розмірів відтворених ними одиниць і підвищення точності.

Кожний еталон – це складна установка, що включає комплекс засобів вимірів, обладнання, допоміжних пристроїв. Наприклад, одиниця довжини – метр – відтворюється за допомогою інтерференційної установки, що містить: лампу із криптоном-86, інтерфотометр із фотоелектричним мікроскопом, рефрактометр для визначення показань переломлення повітря, термометричну апаратуру для точних вимірів температури міри й повітря. Процес відтворення метра і його підрозділів полягає в порівнянні довжини штрихових або

кінцевих еталонів з первинною еталонною довжиною хвилі відбитої лінії випромінювання кріптон-86 на інтерференційному компараторі.

Одиницю маси – кілограм – відтворюють за допомогою платиново-ірідієвого прототипу № 12. Він отриманий Росією в 1889 р. й узаконений як первинний еталон маси СРСР в 1918 р.

Одиницю часу – секунду – відтворюють за допомогою еталона, основою якого є генератори на атомарному водні й кварцові годинники.

Міри або вимірювальні прилади, призначені для перевірки за ними інших засобів вимірів, називають зразковими засобами вимірів. Зразкові засоби зберігають і застосовують органи метрологічної служби. Зразкові засоби виміру проходять метрологічну атестацію, на них видають спеціальні свідчення із вказівкою параметрів і розряду за державною перевіркою схемою.

## **ТЕМА 2 – 2 ГОДИНИ**

### **2.1. Принципи та методи вимірювання в будівельній справі**

Вимір фізичних величин – це невід’ємна операція технологічних процесів, контролю й випробувань матеріалів, деталей, конструкцій і приймання готової продукції – будинків і споруд.

*Вимірювання* – це процес експериментального відшукування значень фізичної величини за допомогою спеціальних засобів вимірювання.

Виміряти деяку фізичну величину  $Q$  – значить зрівняти її з іншою величиною  $q$ , прийнятої за одиницю виміру й виразити першу в частках останньої в математичній формі

$$Q = kq ,$$

де  $k$  – будь-яке позитивне ціле або дробове число, що показує в скільки разів  $Q$  більше або менше  $q$ .

Як правдиве значення фізичної величини приймають таке її значення, що ідеальним образом відтворює якісні й кількісні властивості вимірюваного об’єкта. Поняття „істинне значення обміркованої величини” близьке до поняття номінального або проектного значення.

Значення фізичної величини, що отримане експериментальним шляхом, настільки наближається до істинного, що може бути використане замість нього, називають дійсним значенням фізичної

величини. Значення фізичної величини може бути отримане в результаті прямих (безпосередніх) вимірів (вимір маси на вагах, температури – термометром, довжини – за допомогою лінійних мір і т.д.) або непрямих (посередніх), за яких вона перебуває як функція безпосередньо обмірюваних величин (щільність за масою й геометричними розмірами, міцність бетону за часом проходження сигналу в неруйнівних методах вимірів, визначення крену споруд за результатами кутових і лінійних вимірів і т.п.).

Виміри розрізняють на необхідні, що дають тільки один результат вимірюваної величини, і повторні (додаткові), в результаті яких одержують кілька значень вимірюваної величини. Оцінка точності вимірів може бути зроблена тільки за наявності повторних вимірів. З метою контролю й оцінки точності необхідно робити, принаймні, два виміру однієї й тієї ж фізичної величини.

Для точних вимірювань фізичних величин у метрології розроблені способи використання принципів і засобів вимірювальної техніки, застосування яких дозволяє вилучити із результатів вимірювань ряд систематичних і випадкових похибок і позбавити експериментатора необхідності вводити поправки для їх компенсації, а в деяких випадках взагалі одержувати вірогідні результати.

*Принцип вимірювання* – фізичне явище або сукупність фізичних явищ, які покладені в основу вимірювання певної величини. Наприклад, вимірювання температури за допомогою використання термоелектричного ефекту, зміни електричного опору тензорезисторного перетворювача чи зміни тиску термометричної речовини газового термометра та ін.

*Засіб вимірювальної техніки* – технічний засіб, який застосовують під час вимірювань і має нормовані метрологічні характеристики.

*Метод вимірювання* – сукупність способів використання засобів вимірювальної техніки та принципів вимірювань для створення вимірювальної інформації.

*Вимірювальна інформація* – інформація щодо вимірювання величин та залежності між ними у вигляді сукупності їх значень.

У метрології в процесі вимірювань найширше застосовують *прямі методи* вимірювання, що забезпечують визначення шуканої величини за експериментальними даними.

У будівництві знаходять застосування наступні методи вимірів:

*метод безпосередньої оцінки*, за яким значення величини визначають безпосередньо за відліковим пристроєм (тиск –

манометром, характеристики струму – амперметром, вольтметром). Це, мабуть, найпоширеніший метод вимірів;

*метод порівняння з мірою*, за якого вимірювану величину порівнюють із величиною, відтвореною мірою (порівняння маси на вагах з гирями, лінійні виміри рулеткою, де довжину одержують як набір лінійних величин);

*метод збігів*, за якого різниця між вимірюваною величиною, і величиною, відтвореною мірою, вимірюють за збігом оцінок шкал; за цим методом вимірюють всі лінійні величини вимірювальними приладами з ноніусами (штангенциркулі, мікрометри) і кутовими приладами з верньєрами (теодоліти).

У наш час знаходять широке застосування в будівельній практиці неруйнівні методи контролю та випробувань, засновані на магнітних, електричних, ультразвукових явищах.

Розрізняють також прямі та посередні методи виміру. За *прямих вимірів* значення вимірюваної величини знаходять безпосередньо з достовірних даних. Більшість вимірювальних засобів засновані на прямих вимірах, (наприклад, вимір температури термометром). За *посередніх вимірів* шукане значення величини знаходять обчисленням за відомою залежністю між цією величиною й величинами, що піддають прямим вимірам (наприклад, визначення напруги в конструкціях за вимірами деформації).

Метод виміру може бути *контактним*, якщо він здійснюється при безпосередньому контакті зразка з вимірювальним наконечником приладу, і *безконтактним*, якщо механічний контакт відсутній (оптичні, пневматичні й інші виміри).

## **2.2. Засоби вимірювальної техніки**

До засобів вимірювань відносять пристрої з нормованими метрологічними характеристиками, які використовують при вимірах.

Розрізняють наступні групи вимірів:

*міра* – засіб вимірювань, призначений для відтворення фізичної величини заданого розміру (гирі; кінцеві міри довжини; лінійні міри, що відтворюють фізичні величини одного розміру – міліметр, сантиметр, метр; вимірювальні колби; конденсатори постійної ємності; калібри, шаблони; стандартні зразки речовин, твердості, шорсткості і т. ін.);

*вимірювальний прилад* – засіб вимірювань, що забезпечує доступність вимірювальної інформації для безпосереднього сприйняття;

*вимірювальна установка (система)* – сукупність способів вимірів, призначених для опрацювання вимірювальної інформації в зручній для обробки формі (в тому числі – для використання в автоматизованих системах управління).

*Вимірювальний перетворювач* – засіб вимірювань, призначений для формування сигналу вимірюваної інформації у формі, зручній для передачі, подальшого перетворення, обробки та збереження, хоч безпосередньо він не сприймається спостерігачем.

### ***Основні метрологічні показники засобів вимірювань***

*Розподіл шкали приладу* – проміжок між двома сусідніми оцінками шкали.

*Довжина (інтервал) розподілу шкали* – відстань між осями двох сусідніх оцінок шкали.

*Ціна розподілу шкали* – різниця значень величин, що відповідають двом сусіднім оцінкам шкали.

*Діапазон показань* (вимірів за шкалою) – інтервал значень шкали, який обмежений її початковим і кінцевим значеннями.

*Діапазон вимірів* – інтервал значень вимірюваної величини, в межах якої нормовані припустимі похибки засобу вимірів (наприклад, діапазон роботи на гідравлічному пресі 20-80% діапазону показань шкали його силовимірника).

*Межа вимірів* – найбільше або найменше значення діапазону вимірів.

*Вимірювальна сила* – сила впливу вимірювального наконечника на вимірювану деталь у зоні контакту.

*Межа припустимої погрішності засобу виміру* – найбільша (без обліку знака) погрішність засобу вимірів, за якої воно може бути визнано придатним і допущене до застосування.

*Стабільність засобу виміру* – властивість, що відбиває сталість у часі його метрологічних показників.

*Похибка виміру* – різниця між результатом виміру та правдивим значенням вимірюваної величини.

*Точність вимірів* – характеристика якості вимірів, що відбиває близькість до нуля погрішностей їхніх результатів. При високій точності похибки всіх видів мінімальні.

*Точність засобів вимірів* – якість засобів вимірів, що характеризує близькість до нуля їхніх похибок.



*Відтворюваність вимірів* – близькість результатів вимірів однієї й тієї ж конкретної величини, що виконані в різних умовах, у різних місцях різними методами й засобами.

*Чутливість вимірювального приладу* – відношення зміни сигналу на виході вимірювального засобу до зміни вхідної величини. Для шкальних вимірювальних приладів типу індикаторів годинників типу чутливість чисельно дорівнює передатному відношенню механізму приладу.

*Поправка* – величина, що повинна бути алгебраїчно додана до показання вимірювального приладу або до номінального значення міри, щоб виключити систематичні похибки й одержати значення вимірюваної величини або значення міри, більш близьке їхнім дійсним значенням.

Залежно від меж припустимих похибок засобів вимірів, а також інших їхніх властивостей, що впливають на точність виміру, багатьом типам вимірювальних засобів надають відповідні класи точності.

Засоби вимірювань поділяють на групи за такими ознаками:

- *за принципом дії та використання енергії* – механічні, електричні, рідинні, пневматичні, гідравлічні, хімічні, ультразвукові, інфрачервоні, радіоізотопні і та ін.;
- *формою показань* – аналогові та цифрові;
- *характером відображення* – показуючі, самописні, реєструючі, інтегруючі;
- *призначенням* – промислові (технічні), лабораторні, зразкові, еталонні;
- *місцем розташування* – щитові, місцеві, дистанційні;
- *габаритами* – мініатюрні, малогабаритні, нормальні та великогогабаритні.

Майже кожний засіб вимірювань можна віднести до будь-якої групи. Наприклад, термометр може бути промисловим, самописним, електричним, щитовим, малогабаритним та ін.

*Промислові (робочі) засоби вимірювань* є найпоширенішими засобами вимірювальної техніки. Їх використовують для вимірювання технологічних або теплотехнічних параметрів, мають порівняно просту структуру та конструкцію, високу надійність і необхідну точність, прості в експлуатації та ремонті.

*Лабораторні прилади* використовують для більш точних лабораторних вимірювань в наукових дослідженнях та визначення похибок засобів вимірювань. Для одержання більшої точності вимірювань лабораторні засоби мають досконаліші схеми. До їх

показів вводяться поправки, визначені експериментальним або розрахунковим шляхом.

### 2.3. Похибки результатів вимірювання

Умовою будь-якого вимірювання є існування дійсного значення  $a$  вимірюваної величини. В зв'язку з тим, що зовнішні умови можуть змінюватися в процесі випробування, то багаторазові вимірювання однієї і тієї ж величини не виходять однаковими. Різницю між результатом вимірювань  $x$  і його істинним значенням  $a$  називають абсолютною похибкою вимірювання  $\Delta$ , тобто

$$\Delta = x - a . \quad (2.1)$$

Відносна похибка вимірювань:

$$\frac{\Delta}{x} = \frac{x - a}{x} . \quad (2.2)$$

*Абсолютні похибки* вимірів, як правило, складаються із двох компонентів: систематичної та випадкової.

*Систематичні похибки* мають певний знак і накопичуються за певним функціональним законом в результаті односторонньо діючих факторів. Вони повинні виключатися з результатів вимірів шляхом введення виправлень або компенсуватися відповідною організацією методики обробки вимірів.

*Випадкові похибки*, що виникають у результаті недосконалості техніки й методів вимірів, зміни зовнішніх умов, за рахунок округлення чисел при відрахунках і т.п., неминучі й повністю виключити їх з результатів вимірів неможливо.

Вплив похибок на результати випробувань істотно залежить від мети випробування. Якщо випробування проводять з метою виявлення характеру деформування і руйнування конструкції, то вплив похибок буде позначатися в меншій мірі, ніж при проведенні випробувань з метою одержання чисельних параметрів досліджуваних систем. В останньому випадку необхідна більш ретельна підготовка експерименту.

Похибки випробувань зростають з ускладненням вимірювальної апаратури і методики випробувань. Варто пам'ятати також про самочинну зміну показань приладів, тобто про так званий «дрейф нуля». У прогиномірів це пов'язано з поступовим витягуванням дроту та ослабленням кріплення; у наклеєних тензорезисторів – із твердінням клею.

При обробці матеріалів випробувань будівельних матеріалів і конструкцій використовують статистичні імовірнісні методи, тому що

міцнісні й пружні параметри матеріалів, варіації навантажень, похибки випробувань носять випадковий, стохастичний характер.

При проведенні вимірів варто дотримуватися наступних правил:

якщо систематична похибка є визначальною, тобто її величина істотно більша випадкової похибки властивої даному методу, то досить виконати вимір лише двічі, тому що збільшення їх числа не підвищить точності кінцевого результату;

якщо систематичні похибки менше випадкових, то, збільшуючи число вимірів, можна одержати результат, точність якого буде вище, ніж точність одного виміру.

В якості найкращого (більш надійного) значення дійсної фізичної величини приймають середнє арифметичне з результатів вимірів  $x_i$

$$\bar{x} = \sum_1^n x_i / n, \quad (2.3)$$

де  $n$  – кількість вимірів однієї й тієї ж величини.

Мірою точності вимірів служить середнє квадратичне відхилення (стандарт)

$$\sigma_x = \sqrt{\sum_1^n \Delta_i^2 / n}, \quad (2.4)$$

де  $\Delta_i$  – абсолютні похибка.

Якщо невідоме номінальне або дійсне значення вимірюваної величини, середнє квадратичне відхилення визначають за формулою

$$\sigma_x = \sqrt{\sum_1^n \delta_i^2 / (n-1)}, \quad (2.5)$$

де  $\delta_i$  – різниця між обмірюваним значенням фізичної величини  $x_i$  і середнім арифметичним  $\bar{x}$ .

$$\delta_i = x_i - \bar{x}. \quad (2.6)$$

Завжди має місце рівність  $\sum_1^n \delta_i = 0$ , що використовують для

контролю обчислень середнього арифметичного.

У практиці вимірювань застосовують різні закони розподілу випадкових похибок. Найбільш часто – нормальний закон розподілу (Гаусса)

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}}. \quad (2.7)$$

При статистичній обробці матеріалів вимірювань мають місце вирішення таких задач:

- визначення середнього значення і довірчого інтервалу вимірюваної характеристики;
- визначення впливу на зміну досліджуваної характеристики зміни тих чи інших факторів;
- установлення кореляційної залежності досліджуваних величин від зміни одного чи декількох факторів, якщо між ними не можна визначити чіткої функціональної залежності.

Довірчий інтервал досліджуваної величини  $a$  при заданій імовірності визначають виразом

$$\bar{x} - t_{\alpha} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < x < \bar{x} + t_{\alpha} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (2.8)$$

де  $t_{\alpha} = \frac{\Delta x \cdot \sqrt{n}}{\sigma}$  – коефіцієнт Ст'юдента, що залежить від числа вимірювань  $n$  і ймовірності  $P$ ;  $\sigma$  – стандарт або середньоквадратичне відхилення.

Коефіцієнт Ст'юдента визначають за спеціальними таблицями в залежності від кількості дослідів і ймовірності попадання величини  $a$  в заданий інтервал.

При  $n > 20$  розподілення Ст'юдента переходить у нормальне розподілення Гаусса.

## 2.4. Повірка засобів вимірювальної техніки

Повірку, ревізію та експертизу засобів вимірювань проводять відповідно до постанов Держстандарту України і поширюють на всі засоби вимірювальної техніки, які перебувають в експлуатації та обігу в державі.

*Повірка засобів вимірювальної техніки* – це процес порівняння показів повіряємих засобів вимірювальної техніки з показами більш точних засобів вимірювань (зразкових, еталонних) з метою визначення їхнього класу точності та встановлення придатності до застосування.

Залежно від рівня метрологічної служби повірки можуть бути державними та відомчими, а за призначенням – первинними, періодичними, інспекційними, позачерговими, комплексними, поелементними, вибіркковими та ін.

*Державна повірка засобів вимірювальної техніки* – це повірка органами державної метрологічної служби або ж за їх дорученням засобів вимірювальної техніки, які використовують у сферах, що підпадають під державний метрологічний нагляд.

*Відомча повірка засобів вимірювальної техніки* – це звірка відомчими метрологічними службами засобів вимірювальної техніки, що не підлягає державній повірці. Наприклад, повірка технічних засобів вимірювання на підприємствах галузі за допомогою зразкових засобів вимірювання, які своєчасно пройшли державну повірку в обласних чи міських територіальних органах і мають свідоцтво про повірку.

*Первинна повірка засобів вимірювальної техніки* – повірка, яку виконують вперше після виготовлення засобів вимірювальної техніки або після їх ремонту чи за умови імпорتنних поставок партій засобів вимірювань.

*Періодичну повірку засобів вимірювальної техніки* проводять при експлуатації або збереженні засобів вимірювання через певний проміжок часу (міжповірковий інтервал) з метою встановлення їх придатності для експлуатації або ж при пошкодженні клейма, пломби чи втраті документації.

*Інспекційна повірка* – повірка засобів вимірювальної техніки органами державного нагляду з метою виявлення метрологічних недоліків у засобах вимірювань, що перебувають в експлуатації, на складах і базах постачання.

Терміни періодичних повірок установлюються метрологічними організаціями залежно від типів, умов експлуатації та збереження на основі систематичного аналізу статистичних даних про їх надійність, інтенсивність роботи, метрологічну стійкість тощо. Так, для більшості технічних засобів вимірювальної техніки (наприклад, манометрів, вторинних приладів, термометрів, витратомірів та інших приладів) термін повірки становить один рік. При появі дефектів у роботі засобів вимірювання або ж після їх ремонту необхідно проводити позачергову повірку.

*Метрологічна ревізія* полягає у провірці стану засобів вимірювальної техніки, у контролі за виконанням правил їхньої повірки та використанням органами державної метеорологічної служби.

*Метрологічна експертиза документації* – це аналіз і оцінка правильності прийнятих у документації технічних рішень щодо реалізації метрологічних норм і правил.

Методи та засоби повірки вимірювальної техніки регламентуються нормативно-технічними документами, стандартами або методичними посібниками.

### **ТЕМА 3 – 3 ГОДИНИ**

#### **3.1. Організація контролю якості і прийомки в будівництві**

Якість будівельно-монтажних робіт при їх прийманні від виконавців оцінює виконроб або майстер з урахуванням результатів контролю якості, здійснюваного представниками технагляду замовника, авторського нагляду проектних організацій, лабораторіями, а також органами державного контролю й нагляду. Якість всіх робіт, приховуваних наступними роботами й конструкціями, оцінюють при їх прийманні представники технагляду замовника за участю представника підрядника. Якість робіт зі зведення відповідальних конструкцій оцінюється за участю працівників, що проводять авторський нагляд від проектної організації. Результати оцінки якості заносять до загальних журналів робіт і актів проміжного приймання відповідальних конструкцій, актів освідчення прихованих робіт робочими комісіями і державної приймальної комісії. Якщо відхилення від проекту й нормативних документів не погоджені із проектними організаціями й замовниками, виконані роботи підлягають повторному прийманню тільки після відповідної переробки. Оцінку якості робіт закінченого об'єкта виставляють при здачі його в експлуатацію на основі оцінок якості окремих видів робіт. Приймання закінченого об'єкта будівництва звичайно здійснює державна комісія й затверджує своїм рішенням орган місцевого самоврядування.

При капітальному ремонті або реконструкції існуючих об'єктів виконують комплексне обстеження конструкцій і об'єкта в цілому.

Обстеження складається з наступних операцій:

- ознайомлення з документацією (вивчення робочих креслень, матеріалів інженерно-геологічних досліджень, будівельно-монтажної документації, акта передачі в експлуатацію, паспорту споруди, журналу експлуатації, документів щодо ремонту, підсилення і зміну технологічного режиму).

- обстеження об'єкта в натурі. Установлюють відповідність проекту і споруди в натурі з фіксацією всіх розбіжностей і встановленням їхніх причин. Проводять детальний огляд елементів

споруди, починаючи з найбільш відповідальних: опорні частини, з'єднання, стан зв'язків, настилів; установлюють наявність послаблень в елементах конструкцій, корозії, гниття й інших ушкоджень, наявність осідання, деформацій і взаємних зсувів елементів. За результатами обстеження виставляють попередню оцінку стану споруди.

- виконання обмірів, коли перевіряють генеральні розміри конструкцій і перерізів елементів. Перевіряють також вертикальність колон, горизонтальність перекриттів.

- оцінювання характеру і ступеня ушкодження конструкцій.

- перевірка якості матеріалу конструкцій і стану стиків і з'єднань.

- перерахунки конструкцій з урахуванням даних обстежень.

### ***Особливості огляду окремих видів конструкцій***

*При огляді металевих конструкцій* у першу чергу визначають стан зв'язків стиснутих елементів ґрат ферм, наявність і ступінь корозії, стан зварних швів (особливо в місцях недоступних для нанесення захисних покриттів); *дерев'яних конструкцій* - якість деревини (особливо в розтягнутих елементах), наявність гниття, оглядають опорні вузли балок і ферм, стики розтягнутих елементів; *залізобетонних конструкцій* – наявність нормальних і похилих тріщин у розтягнутій зоні, відшарування і викришування бетону стиснутої зони, наявність тріщин у захисному шарі бетону, що свідчить про корозію арматури; *кам'яних конструкцій* – наявність вертикальних тріщин у найбільш навантажених простінках, ділянки кладки, що примикають до покрівлі, тому що при замочуванні, заморожуванні кладка розшаровується, розчин і окремі цеглини вивітрюються.

*Результати огляду* оформляють актом, у який вносять усі загальні дані щодо споруди, авторів і час розробки проекту, час зведення споруди, термін експлуатації і всі зміни, що могли призвести до порушення конструкцій; вказують всі помічені дефекти конструкцій і їхні причини; наводять дані випробувань матеріалів конструкцій.

Наприкінці акта приводять висновки і рекомендації щодо стану і методів підсилення конструкцій, а також обумовлюють умови подальшої експлуатації споруди.

Акт підписують всі особи, що проводили огляд.

### **3.2. Перевірка якості і стану матеріалів і з'єднань**

Перевірці підлягають найголовніші параметри, що характеризують вид матеріалу і з'єднань, умови їхньої роботи. Виконувані при цьому операції розділяють на такі групи:

- визначення фізико-механічних характеристик: міцності, деформативності, однорідності, щільності, вологості;
- виконання дефектоскопії матеріалів і з'єднань, тобто виявлення порушень суцільності, сторонніх включень, ураження корозією, гнилизною і т.д.;
- визначення розмірів елементів конструкцій, у тому числі тих, доступ до яких можливий з одного боку;
- перевірка хімічного складу і структури застосованих матеріалів.

У результаті виконаних вимірів установлюють «марку» матеріалу.

Методи, що застосовують для визначення фізико-механічних характеристик матеріалів, поділяють на групи:

- руйнівні методи, пов'язані з взяттям зразків, що призводить до порушення суцільності матеріалу досліджуваної конструкції;
- неруйнівні методи, коли вимірювання виконують безпосередньо на об'єкті без ушкодження його елементів;
- проміжна група, коли взяття зразків не потрібне, але до деякої міри послабляється чи порушується поверхня матеріалу.

#### **Добір зразків для руйнівних (лабораторних) методів визначення якості матеріалів**

Добір зразків пов'язаний з ослабленням досліджуваних елементів конструкцій. Тому кількість зразків повинна бути мінімальною.

#### ***Узяття зразків у металевих конструкціях***

Заготовки для зразків вирізають дисковою фрезою. Розміри заготовок повинні бути на 10 мм більшими кожної сторони зразка для випробувань. Розміри зразків відповідно до держстандартів приймають мінімальними. Місця взяття зразків на конструкції повинні бути відновлені за допомогою зварювання й посилені накладками. Зразки металу випробовують розривними гідравлічними машинами за стандартом ГОСТ 1497-84.

#### ***Узяття зразків з бетонних конструкцій***

У зв'язку з неоднорідною структурою бетону держстандарти дозволяють застосовувати для випробувань зразки наступних



мінімальних розмірів: кубики з розміром ребра 70,7 мм; балочки для випробувань на вигин розміром 100 x 100 x 400 мм. Найкращі умови для зразків будуть при їхній вирізці алмазними коронками або алмазними кругами. Порожнини, що утворилися після виїмки зразків, повинні бути заповнені бетоном на безусадному цементі.

Зразки бетону випробують за стандартною методикою (ГОСТ 10180-78) на пресах з використанням масштабних коефіцієнтів.

### *Узяття зразків деревини*

Вирізання зразків деревини для лабораторних випробувань, як правило, недоцільне, тому що несуча здатність дерев'яних конструкцій найбільше залежить від наявності чи відсутності дефектів, ушкоджень і гниття в деревині. Тому необхідний ретельний огляд дерев'яних конструкцій.

### **Випробування бетону на зріз і відрив безпосередньо в конструкції**

На рис. 3.1 наведені схеми визначення міцності бетону за величиною виривного зусилля, прикладеного до стержня: *а* – при

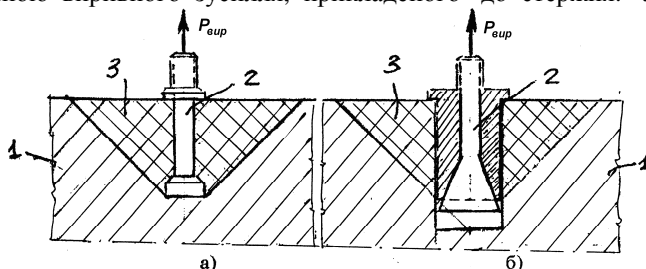


Рис. 3.1 – Схема визначення міцності бетону за величиною виривного зусилля (за І.В.Вольфом): 1 – випробовуваний бетон; 2 – виривний стержень; 3 – конус бетону, що виколується стержнем

закладенні стержня в незатверділий бетон; *б* – при закладанні стержня в отвір, пробитий в затверділому бетоні.

Відповідно до величини виривного зусилля за попередньо підготовленими тарувальними кривими визначають міцність бетону на стиск.

Ці способи дозволяють визначити клас бетону як для новозведених споруд, так і для існуючих.

## **Контроль якості конструкцій і з'єднань проникаючими рідинами і газами**

### ***Контроль герметичності з'єднань***

#### ***1. Випробування водою***

Резервуари, газгольдери, які перевіряють, заповнюють водою до позначки трохи вищою за експлуатаційну. Гідростатичним тиском води перевіряють як щільність, так і міцність з'єднань і всієї споруди в цілому, тобто з перевіркою з'єднань суміщують статичні випробування досліджуваної ємкості.

#### ***2. Застосування гасу***

При дослідженні поверхню зварного шва з одного боку рясно змочують гасом, а з іншої – шов заздалегідь підбілюють водним розчином крейди. Завдяки своїй малій в'язкості і незначному поверхневому натягу гас легко проникає через найменші пори і тріщини шва, і на підсохлому світлому фоні чітко виявляються ржаві плями чи смуги гасу, що просочився через призначений для перевірки шов.

#### ***3. Застосування стиснутого повітря***

Зварні шви, які перевіряють, змочують мильним розчином, а з іншого боку шов обдувають стисненим повітрям (біля 4 атм.). У місцях нещільностей утворюються мильні бульки.

#### ***4. Застосування вакууму***

Цей метод використовують при доступі з одного боку. До зварного шва приставляють металеву касету у вигляді плоскої коробки без дна з м'якою гумовою прокладкою і прозорим верхом. Вакуум-насосом у касеті створюють розрідження. Ділянку шва, що досліджують, попередньо змочують мильним розчином. У місцях порушень щільності шва повітря, проникаючи через ці нещільності, створює у мильній піні чітко видимі бульки.

### ***Виявлення тріщин, що виходять на поверхню***

#### ***1. Застосування гасу***

Контрольовану поверхню металу змочують гасом. Через 20-30 хвилин цю поверхню насухо витирають і покривають шаром напіврідкої крейдяної обмазки. Після її висихання, розташування поверхневих тріщин виявляють темних смугах, що виступають на білому фоні.

#### ***2. Люмінесцентний метод***

Даний метод може успішно застосовуватися як у метало- так і в залізобетонних конструкціях. Для виявлення поверхневих тріщин використовують рідини або порошкові суспензії, як люмінесціюють

під дією ультрафіолетових променів. Розкриття тріщин, які визначають даним методом, може бути близько 1 мікрона. Ще менші тріщини (до півмікрона) можуть бути виявлені за допомогою люмінесціюючих магнітних порошоків.

### 3.2. Оцінка міцності матеріалу за механічною характеристикою його поверхневого шару

#### Оцінка міцності металу

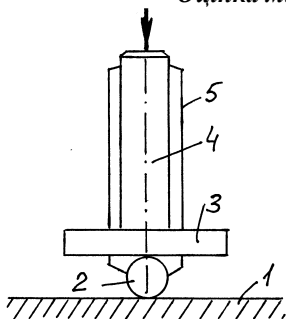


Рис. 3.2 – Схема приладу Польді:

- 1 – досліджуваний матеріал;
- 2 – сталева кулька; 3 – еталонний брусок; 4 – ударний стержень;
- 5 – корпус приладу

Найбільше поширення в будівельній практиці одержав прилад Польді, схема якого наведена на рис. 3.2.

Прилад кулькою 2 щільно притискається до поверхні досліджуваного матеріалу 1. По стержню 4 наносять удар молотком. На поверхні металу й еталонного бруска з'являються відбитки кульки, відповідно діаметрами  $d$  і  $d_{em}$ . Якщо  $D$  – діаметр

кульки і заздалегідь відома жорсткість за Бринелем  $HB^{em}$  еталонного бруска 3, то жорсткість за Бринелем досліджуваного металу  $HB$  визначають з наступного виразу:

$$HB = HB^{em} \cdot \frac{D - \sqrt{D^2 - d_{em}^2}}{D - \sqrt{D^2 - d^2}}. \quad (3.1)$$

За отриманої твердості  $HB$  міцність і марку металу визначають за допомогою спеціальних тарувальних таблиць.

#### Оцінка міцності бетону по ударному відбитку на його поверхні

Міцність бетону оцінюють еталонним молотком Кашкарова, схема якого наведена на рис. 3.3. Принцип роботи даного молотка аналогічний приладу Польді, але діаметр сталеві кульки прийнятий 15 мм і замість сталевих бруска як еталон використовують круглий стержень  $\varnothing 10$  та 12 мм із м'якої сталі Вст 3. Після удару кулька залишає на поверхні бетону відбиток діаметром  $d_6$ , а на еталонному

стержні – відбиток у вигляді еліпсовидної лунки з великим діаметром  $d_{em}$ .

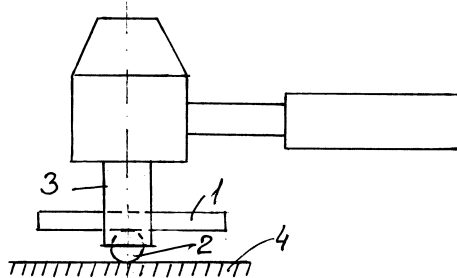


Рис. 3.3 – Схема еталонного молотка К.П.Кашкарова: 1 – еталонний стержень; 2 – сталевая куля; 3 – притискуний стакан; 4 – випробовуваний бетон

Міцність бетону оцінюють за середнім значенням відношення  $d_{\sigma}/d_{em}$ , отриманому після 10 і більше ударів молотком, за кореляційною залежністю між  $d_{\sigma}/d_{em}$  і міцністю бетону на стиск, встановленої експериментально.

### ***Оцінка міцності бетону за пружним відскоком бойка при ударі***

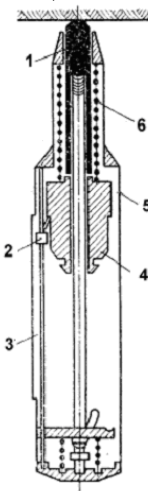


Рис. 3.4 – Молоток Шмідта:

При випробовуваннях приладами такого типу щодо характеристики матеріалу судять за величиною відскоку бойка, яким наносять удар по металевому наконечнику, притиснутому до поверхні бетону. Удар здійснюють спуском пружини, що дозволяє випробовувати будь-яким способом орієнтовані поверхні і стандартизувати силу удару.

Найбільш відомі прилади цього типу: молотки Шмідта, КМ, ЦНДІБК. Розглянемо принцип роботи молотка Шмідта (рис. 3.4).

Молоток установлюють перпендикулярно поверхні бетону і

1 – ударник; 2 – стрілка;  
3 – шкала; 4 – молоток;  
5 – корпус; 6 – спіральна  
пружина

положення, молоток 4 автоматично звільняється і під дією пружини 6 завдає удару по ударнику і відскакує назад. Відскок фіксується стрілкою 2 на шкалі 3. Визначення межі міцності бетону на стиск виконують за допомогою тарувальної кривої «міцність бетону – величина відскоку».

### 3.4. Ультразвуковий імпульсний метод визначення характеристик матеріалів

Акустичні неруйнівні методи досліджень матеріалів ґрунтуються на збудженні пружних механічних коливань. За параметрами цих коливань і за умов їхнього поширення роблять висновок щодо фізико-механічних характеристик та стан матеріалу, що досліджується.

*Ультразвуковий імпульсний метод* ґрунтується на використанні механічних коливань високої частоти (для бетону до 200 кГц, для металу 300 кГц – 10 МГц) і на існуванні залежності між параметрами високочастотних коливань, що поширюються в досліджуваному середовищі, і властивостями цього середовища. Наприклад, швидкість поширення пружних хвиль зв'язана з щільністю середовища і модулем пружності цього середовища наступною залежністю:

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \cdot K, \quad (3.2)$$

де  $E$  – модуль пружності;  $\rho$  – щільність середовища;  $K$  – коефіцієнт, що залежить від виду хвиль (поздовжніх, поперечних, Релея) і від середовища (одномірного, двовимірного, тривимірного).

Вимірюючи швидкість поширення хвиль і характеристики їхнього затухання, можна вирішувати задачі дефектоскопії і визначення міцності, щільності, пружних параметрів.

Для збудження ультразвукових коливань використовують спеціальні перетворювачі, що трансформують змінний струм ультразвукової частоти в механічні коливання тієї ж частоти, діючи за принципом п'єзоефекту, використовуючи здатність деяких кристалів (кварц, сегнетова сіль) змінювати свої розміри під впливом електричного струму. Ця властивість оборотна, тобто при

деформуванні таких речовин на них виділяються електричні заряди. Оскільки повітряні прошарки перешкоджають проходженню ультразвукових хвиль, між перетворювачем і твердим тілом наносять передаюче середовище: для металів – це мінеральна олія, для бетонів – солідол або технічний вазелін.

Ультразвукові коливання вводять в досліджуване середовище вузьким пучком, і хвилі, переходячи з одного середовища в інше, заломлюються або відбиваються від граней, які розділяють середовища. Це використовується для визначення положення межі середовищ, тобто товщини елементів. У повітряних прошарках ультразвукові коливання згасають майже повністю, що дозволяє виявляти приховані внутрішні дефекти.

### **Застосування ультразвукових методів.**

#### ***Визначення пружних характеристик матеріалів за швидкістю поширення ультразвукових хвиль***

Використовуючи залежність (3.2) способом наскрізного прозвучування, можна одержати значення пружних характеристик матеріалу.

Динамічний модуль пружності:

$$E_{дин} = v_{np}^2 \cdot \rho . \quad (3.3)$$

Динамічний коефіцієнт Пуассона:

$$\mu_{дин} = 2 \frac{v_{np}}{v_{non}} - 1 , \quad (3.4)$$

де  $v_{np}$  – швидкість поширення поздовжніх ультразвукових хвиль;

$v_{non}$  – теж, поперечних хвиль.

#### ***Визначення товщини матеріалу при односторонньому доступі***

Для таких вимірювань використовують луна-метод (рис. 3.5).

Товщина матеріалу дорівнює

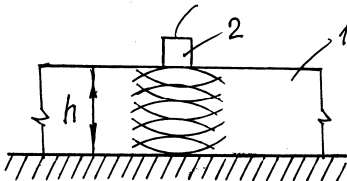


Рис. 3.5 – Схема луна-методу:

1 – досліджуваний матеріал;

2 – випромінювач-приймач

$$h = \frac{1}{2} v \cdot t , \quad (3.5)$$

де  $v$  – відома швидкість поширення ультразвукових хвиль;  
 $t$  – час проходження ультразвукової хвилі через матеріал і повернення відбитої хвилі

### Визначення глибини тріщини в бетоні

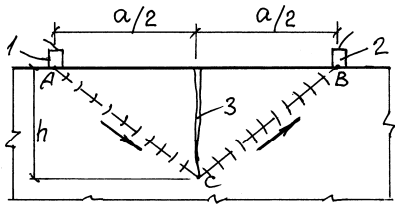


Рис. 3.6 – Схема визначення глибини тріщини: 1 – випромінювач; 2 – приймач; 3 – тріщина

експериментально. Звідси глибина тріщини дорівнює:

$$h = \frac{1}{2} \sqrt{(vt_h)^2 - a^2} . \quad (3.6)$$

### Визначення міцності бетону

Залежність між швидкістю ультразвуку і міцністю бетону будують на підставі випробування бетонних кубиків. Прозвучування кубиків виконують в напрямку, перпендикулярному напрямку укладання бетону до форми в точках, зазначених на рис. 3.7.

За значенням  $l$  і часу проходження ультразвукової хвилі  $t$  обчислюють її швидкість

$$v = \frac{l}{t - \Delta t} , \quad (3.7)$$

де  $\Delta t$  – час проходження ультразвукового сигналу в перетворювачах і в мастилі, який визначають за схемою, що на рис. 3.7,б.

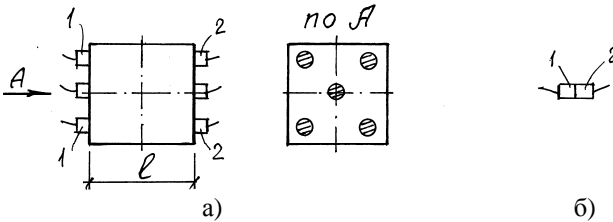


Рис. 3.7 – Схема прозвучування бетонних кубиків:

а – схема установки випромінювачів-приймачів при прозвучуванні;

б – установка випромінювачів-приймачів при визначенні  $\Delta t$ ;

1 – випромінювач; 2 – приймач

З одержаних значень швидкостей визначають середнє значення, що наносять на тарувальний графік, куди заносять також

значення межі міцності бетону, отримані випробуванням кубиків на стиск.

### **Ультразвукова дефектоскопія**

#### *а) Дефектоскопія зварних швів.*

При дефектоскопії зварних швів використовують тіньовий і луна-методи. Перший ґрунтується на затуханні коливань у повітряних прошарках, другий - на відбитті хвилі від межі матеріалу і повітряного середовища.

#### *б) Дефектоскопія бетону.*

При дефектоскопії бетону можна визначати дефекти, розміри яких більші максимального розміру заповнювача. При наскрізному прозвучуванні визначають ділянки бетону зниженої міцності, порушення суцільності, тріщини.

### **3.5. Визначення положення та діаметра арматури в залізобетоні**

Сутність електромагнітного методу дослідження будівельних конструкцій полягає у фіксуванні скривлених силових ліній магнітного потоку в місцях наявності тріщин чи феромагнітних включень. Місцеві потоки розсіювання будуть тим більшими, чим більшими є дефекти або включення, які їх спричиняють. За однакових умов найбільшим буде вплив дефекту орієнтованого перпендикулярно силовим лініям, тому для виявлення всіх дефектів необхідно виміри проводити у двох взаємно перпендикулярних напрямках.

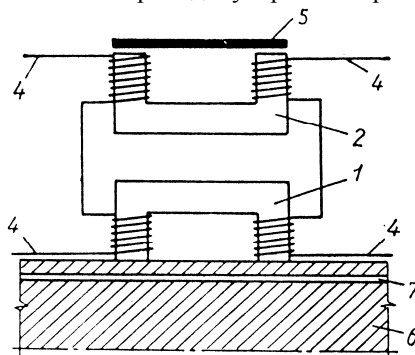


Рис. 3.7 – Принципова схема електромагнітного пристрою типу ІЗС-10М: 1 – пошуковий електромагніт; 2 – ферозонд; 4 – виводи для пристрою, що реєструє відхилення магнітних силових ліній; 5 – еталонний стержень або пластинка; 6 – досліджуваний залізобетон; 7 – арматура



Для цієї мети використовують прилад (рис. 3.7), що використовує індуктивний збалансований міст з двох електромагнітів, з'єднаних зі стрілкою-показчиком. При наближенні до арматури розбаланс, який залежить від діаметра та її розташування, зменшиться і стрілка буде повертатися. Екстремум відхилення стрілки відповідає положенню приладу над віссю арматурного стержня. Установивши щуп приладу з електромагнітом 1 у положення, що відповідає максимальному відліку, записують товщини захисного шару, що відповідають різним діаметрам арматури. Після цього між щупом і залізобетонною конструкцією закладають прокладку з діаманетика (оргскла) товщиною 10 мм і знову знімають відліки. Діаметр арматури буде відповідати тій із шкал, різниця відліків за якою буде порівнювати 10 мм.

## **ТЕМА 4 – 4 ГОДИНИ**

### **4.1. Методика проведення випробувань будівельних конструкцій**

Основне завдання випробувань будівельних конструкцій – це встановлення їх напружено-деформованого стану під навантаженням для оцінки несучої здатності жорсткості або тріщиностійкості (для бетонних і залізобетонних конструкцій).

#### ***Види випробувань***

*Приймальні випробування* проводять для перевірки відповідності показників роботи споруди проектним і нормативним вимогам.

*Випробування об'єктів*, що знаходяться в експлуатації, проводять для перевірки можливості продовження нормальної роботи під експлуатаційним навантаженням, якщо виникають сумніви в працездатності споруди, і для перевірки можливості збільшення експлуатаційного навантаження при реконструкції споруди.

*Випробування конструкцій і деталей при їхньому серійному випуску* проводять шляхом вибіркового випробування окремих зразків з доведенням навантаження до руйнування.

*Науково-дослідні випробування* проводять для апробації нових конструктивних рішень і нових методів розрахунку, при використанні нових матеріалів, при особливих режимах експлуатації конструкцій і споруд.

В залежності від типу основного навантаження, випробування можуть бути статичними й динамічними.

В залежності від місця проведення, випробування можуть бути: лабораторними (заводськими), або польовими (на місцевості, об'єкті будівництва або реконструкції).

В залежності від розмірів конструкцій, випробування можуть бути: натурними (на конструкціях або фрагментах будівель і споруд, з натуральними розмірами), або на моделях (конструкцій, елементів будівель і споруд).

#### **4.2. Вибір елементів для випробувань**

При випробуваннях споруд вибір елементів для них пов'язаний з вибором місця прикладення навантаження. При цьому необхідно керуватися наступними міркуваннями:

- кількість елементів, що їх завантажують, повинна бути мінімальною (час і вартість);
- випробуваннями повинні бути охоплені основні види несучих елементів споруд або конструкції, котрі працюють найбільш інтенсивно або в яких виявлені дефекти й ушкодження;
- варто відбирати об'єкти з найбільш чіткою статичною схемою закріплення, вільні від додаткових зв'язків, що можуть вносити перекручування в роботу досліджуваних елементів.

При доборі зразків для серійних випробувань з кожної партії відбирають найкращі і найгірші зразки, виявлені шляхом огляду й контролю якості неруйнівними методами.

#### **4.3. Вибір схем і видів навантаження**

Схему завантаження уточнюють одночасно з вибором елементів для випробувань. Обрана схема розподілу навантажень повинна забезпечити появу в досліджуваних елементах необхідних зусиль і деформацій, достатніх для виявлення характеристики, яку визначають. Вибираючи схему завантаження, слід враховувати реальні можливості й умови проведення випробувань, а також їхню вартість.

Для статичних випробувань будівельних конструкцій застосовують рівномірно-розподілені й зосереджені навантаження. До навантажень для статичних випробувань ставлять наступні вимоги: їх слід прикладати без ривків і ударів; давати можливість чітко визначати зусилля, які передають об'єкту; бути транспортабельними; не вимагати великих витрат праці й часу для їхнього прикладення і зняття; при випробуваннях тривалою витримкою – повинні бути стабільними.

Рівномірно-розподілені навантаження можуть бути прикладені способом завантаження:

- сипучими матеріалами (піском, щебенем);
- дрібними штучними вантажами (цеглою, дрібними блоками);
- великими штучними вантажами;
- водою;
- тиском повітря.

Зосереджені навантаження можуть бути прикладені таким способом:

- підвішуванням вантажів;
- натяжними пристроями за допомогою лебідок, талів, поліспастів;
- домкратами.

### ***Визначення величини навантаження для випробувань***

Якщо споруда після випробування повинна бути передана в експлуатацію, то за максимальне навантаження для випробувань приймають розрахункове навантаження в самому несприятливому його положенні.

При необхідності визначити несучу здатність споруди, як дослідного об'єкта, коли його експлуатацію не передбачають, величина навантаження для випробувань повинна дещо перевищувати руйнівне, підраховане орієнтовно.

Під час випробування залізобетонних виробів серійного виготовлення за навантаження для випробувань приймають:

- а) при перевірці несучої здатності – розрахункове навантаження, помножене на коефіцієнт  $k = 1,25-1,9$ , що залежить від типу конструкції, виду бетону та очікуваного виду руйнування;
- б) при перевірці жорсткості – нормативне навантаження.

### ***Послідовність навантаження й розвантаження***

Ступінь навантаження призначають в залежності від цілей випробувань:

- при перевірці міцності й тріщиностійкості ступінь навантаження не повинен перевищувати 10% від усього навантаження;
- при перевірці жорсткості – не більше 20% відповідного контрольного навантаження.

Початковий ступінь навантаження приймають в межах 5-10% від контрольного навантаження. Для стабілізації показань приладів проводять зняття й повторне прикладення початкового ступеня навантаження, щоб виключити вплив зім'яття опорних і навантажувальних елементів.

При випробуваннях зразків залізобетонних конструкцій діючі стандарти передбачають обов'язкове витримування навантаження:

- при контрольних завантаженнях на тріщиностійкість і жорсткість - не менше 30 хвилин;
- після кожного проміжного ступеня завантаження – не менше 10 хвилин.

#### 4.4. Вимірювальні прилади для статичних випробувань і їхнє застосування

При статичних випробуваннях визначають переміщення або деформації досліджуваного об'єкта. Під переміщеннями розуміють лінійні чи кутові відхилення точок об'єкта, який розглядають, вимірювані в одиницях довжини або градусах. Під деформацією розуміють відносну величину, що характеризує зміну розмірів в околиці точки тієї конструкції, або її частини, яку досліджують.

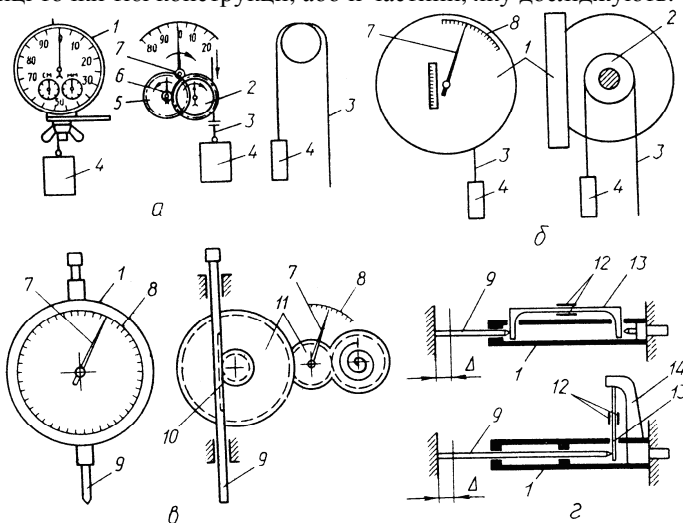


Рис. 4.1 – Механічні й електричні прилади для вимірювання лінійних переміщень: а – схема прогиноміра М.М.Аїстова ПАО-5; б – схема прогиноміра М.М.Максимова ПМ-2; в - схема індикатора годинникового типу; г – схеми електромеханічних вимірників переміщень; 1 – корпус; 2 – барабан; 3 – нитка (дріт); 4 – вантаж-циліндр; 5 – шестірня зі стрілкою; 6 – стрілка, що показує переміщення в міліметрах; 7 – циферблатна стрілка; 8 – шкала; 9 – шток; 10 – нарізка на штоці; 11 – система шестірень; 12 – тензорезистори; 13 – пружний елемент; 14 – кронштейн

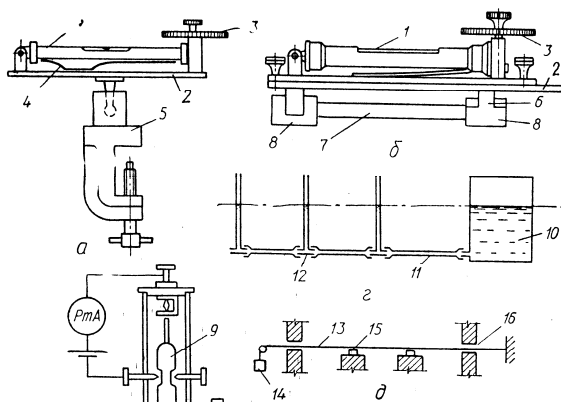


Рис. 4.2 – Механічні прилади для вимірювання кутових переміщень: а, б – клінометри Стоппані; в – клінометр М.М.Аістова; г – прилад для гідростатичного нівелювання; д – пристрій, що

використовує натягнуту нитку; 1 – рівень; 2 – станина; 3 – ікрометричний гвинт; 4 – пружина; 5 – струбцина; 6 – опори; 7 – вимірювальна база; 8 – муфти; 9 – висок; 10 – посудина для води; 11 – шланги, 12 – трубки; 13 – нитка; 14 – вантаж; 15 – точки, де проводять виміри; 16 – отвір у стіні

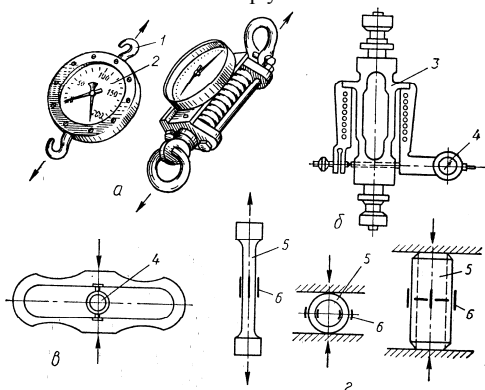


Рис. 4.4 – Динамометри: а – динамометри розтягу; б – зразковий динамометр Н.Г.Токаря; в – динамометр стиску; г – електромеханічні динамометри; 1 – серга; 2 – кала; 3 – пружна замкнута рама; 4 – індикатор; 5 – пружний елемент; 6 – тензорезистори

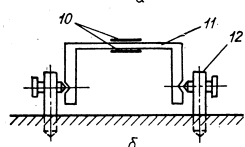
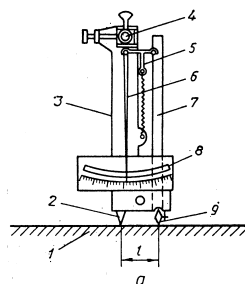


Рис. 4.3 – Схеми тензометрів: а – механічного Гугенбергера; б – електромеханічного; 1 – випробовувана конструкція; 2 – нерухома призма; 3 – нерухомий важіль; 4 – шарнір; 5 – коромисло; 6 – стрілка; 7 – рухливий важіль; 8 – шкала; 9 – рухлива призма; 10 – тензорезистори; 11 – пружний елемент; 12 – кріплення тензометра

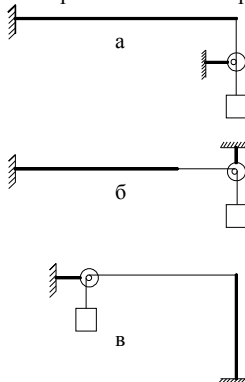


Рис. 4.5 – Схема установки прогиноміра

- для вимірювання лінійних переміщень: прогиноміри, зсувоміри, індикатори і перетворювачі лінійних переміщень (рис. 4.1);
- для вимірювання кутових переміщень: клинометри, виски і перетворювачі кутових переміщень (рис. 4.2);
- для вимірювання лінійних деформацій: тензометри, тензорезистори і перетворювачі лінійних деформацій (рис. 4.3);
- для вимірювання зусиль: динамометри і перетворювачі сил (рис. 4.4);
- для вимірювання напруження – перетворювачі напруження.

*Важільний тензометр Гугенбергера (рис. 4.6)*

Diagram of a mechanism with 10 links and 1 revolute joint. The mechanism consists of a fixed frame (link 1), a crank (link 2), a connecting rod (link 3), a slider (link 4), a guide (link 5), a follower (link 6), a lever (link 7), a spring (link 8), a pivot (link 9), and a spring (link 10). The mechanism is shown in a vertical orientation with a horizontal ground line at the bottom. The distance between the two vertical guides is labeled 'C'.

- 1 – випробовуваний елемент;  
2 – нерухома ножова опора;  
3 – нерухома ніжка;  
4 – рухома ножова опора;  
5 – рухома ніжка;  
6, 9 – шарніри;  
7 – коромисло;  
8 – стрілка;  
10 – шкала

Рис. 4.6. Кінематична схема тензометра Гугенбергера

Зміщення рухомої ножової опори 4 спричиняє поворот рухомої ніжки 5 і, з'єднаної з нею коромислом 7 стрілки 8 приладу. Співвідношення плечей важільної системи таке, що зміщення на 0,001 мм рухомого ножа змістить кінець стрілки на рівні шкали приладу на 1 мм, тобто дійсне переміщення збільшиться в 1000 разів.

Стандартна база приладу  $c = 20$  мм, ціна поділок шкали  $\varepsilon = 5 \cdot 10^{-5}$  одиниць відносної деформації. Для підвищення чутливості приладу та усереднення деформації при неоднорідних матеріалах, використовують спеціальні подовжувачі бази. Тензометр кріплять до

досліджуваної конструкції за допомогою струбцин або інших аналогічних пристроїв.

### **Вимірювання деформації за допомогою тензорезисторів**

На сьогодні для вимірювання деформації будівельних конструкцій найбільше використовують тензорезистори, принцип дії яких ґрунтується на зміні опору провідника при його деформуванні. Цю властивість провідника називають тензочутливістю чи тензоефектом.

Опір провідника  $R$  прямо пропорційний його довжині  $l$ , питомому опору  $\rho$  і обернено пропорційний площі поперечного перерізу  $A$ :

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A}. \quad (4.1)$$

Взаємозв'язок відносної зміни опору тензорезистора до його відносного подовження називають коефіцієнтом тензочутливості

$$k = \frac{dR/R}{dl/l}. \quad (4.2)$$

Коефіцієнт тензочутливості залежить від матеріалу тензонитки, конструкції решітки, матеріалу підкладки і властивості клею, що закріплює нитку до підкладки і до матеріалу випробовуваної конструкції.

Матеріал нитки тензорезистора повинен мати високий питомий опір і тензочутливість, але малий температурний коефіцієнт опору.

Тензорезистори складаються з декількох петель константанового дроту діаметром 12-30 мк, приклеєних до плівкової чи паперової підкладки. До кінців тензорешітки приварюють струмовиводи з дроту  $\varnothing 0,1-0,2$  мм довжиною 20-30 мм. Прямолінійну ділянку тензодроту називають базою тензорезистора  $l$ .

Тензорезистори бувають дрововими петлястими, дрововими безпетлястими і фольговими (рис. 4.7).

Тензорезистори наклеюють на заздалегідь підготовлену поверхню, яку ретельно зачищають наждаковим папером або абразивним каменем, потім зашпаровують пори і раковини, знежирюють і висушують.

В зв'язку з тим, що всі тензорезистори не можуть бути піддані таруванню, їх тарують вибірково (5-10% від партії), а результати поширюють на всю партію. Тарування тензорезисторів здійснюють за допомогою спеціальних тарувальних балок, виконаних у вигляді консолей рівного опору, або балок із зоною чистого вигину.

Для тензометричних вимірювань найчастіше застосовують вимірювальні мости Уїтстона (рис. 4.8). Умовою відсутності струму у вимірювальній діагоналі  $bd$  є рівність у точках  $b$  і  $d$  електричних потенціалів, що буде мати місце, якщо

$$R_1 \cdot R_4 = R_2 \cdot R_3. \quad (4.3)$$

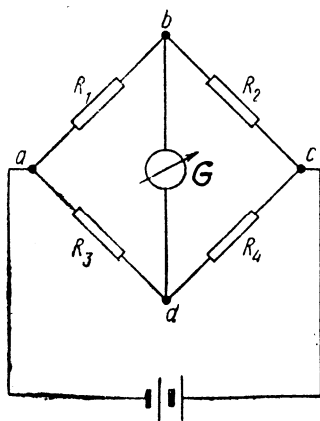


Рис. 4.8 – Вимірювальні мости Уїтстона:  $R_1, R_2, R_3, R_4$  – опори, включені в плечі моста

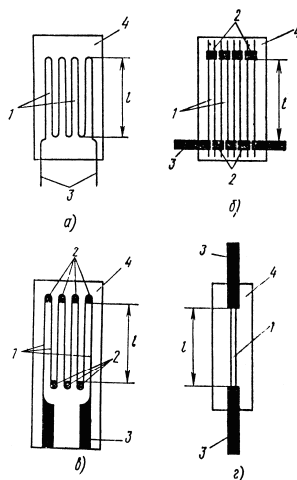


Рис. 4.7. Тензорезистори:

а – дротовий петлястий; б – дротовий безпетлястий; в – фольговий; г – напівпровідниковий; 1 – тензочутливі елементи; 2 – низькоомні перемички; 3 – вивідні контакти; 4 – підкладка («основа») і наклеєний над тензорешіткою захисний шар тонкого паперу;  $l$  – база тензорезистора

Для компенсації температурних похибок використовуються компенсаційні тензорезистори, що наклеюють на невеликі зразки матеріалу, з якого виготовлена випробовувана конструкція, і розміщують в ті ж температурні умови, що й активні, наклеєні на досліджувану конструкцію. Зміна температури викликає однакові зміни опору активного і компенсаційного тензорезисторів, але в зв'язку з тим, що вони включені до суміжних плечей моста Уїтстона, то у вимірювальній діагоналі струму від зміни температури не буде.



#### **4.6. Оцінка результатів статичних випробувань**

Оцінку результатів випробувань проводять на підставі аналізу результатів випробувань і порівнянням їх з розрахунковими даними, отриманими за фактичними розмірами, характеристиками міцності й твердості.

Найбільш повна оцінка може бути отримана при випробуванні конструкції до руйнування. При цьому можна отримати такі дані: характер руйнування, руйнівне навантаження, переміщення конструкції під навантаженням. Ці дані порівнюють з розрахунковими, що дозволяє судити щодо придатності випробовуваної конструкції до подальшої експлуатації або вірогідності розрахункових схем і прийнятих методів розрахунку.

Дещо складніше ці питання вирішують при випробуваннях конструкцій, призначених до експлуатації. У цьому випадку про стан конструкції судять за такими факторами:

- за напружено-деформативним станом під навантаженням;
- за величиною пружних і залишкових деформацій;
- за поведінкою конструкцій при витримуванні під навантаженням;
- за втратою напружень в напруженій арматурі після навантаження та розвантаження.

#### **4.7. Динамічні випробування будівельних конструкцій**

Під динамічними навантаженнями розуміють такі впливи, параметри яких змінюються у часі величиною або напрямком:

- інерційні сили, що виникають при роботі стаціонарного устаткування;
- ударні навантаження, що передаються від копрів, молотів, пресів і інших механізмів;
- рухомі навантаження, що виникають від кранів, транспортних засобів, руху людських мас;
- пульсації вітру або рідин і газів у трубах і ємкостях;
- сейсмічні впливи – при землетрусах і вибухах.

За закономірностями зміни динамічних впливів у часі розрізняють періодичні навантаження й імпульсивні. Періодичне навантаження може носити синусоїдальний чи більш складний характер. Синусоїдальне навантаження називається гармонійним. Будь який складний періодичний закон зміни динамічних навантажень може бути представлений у вигляді суми гармонійних навантажень.

Різні види динамічних впливів створюють різний характер коливальних переміщень. При гармонійних чи періодичних навантаженнях в елементах конструкцій виникають сталі коливання, які є результатом дії динамічних сил, інерційної маси конструкції, пружних і непружних реакцій.

При гармонійних коливаннях закон зміни переміщення  $z$  у залежності від часу  $t$  має такий вигляд (рис. 4.9,а):

$$z = a \sin(\omega t + \alpha), \quad (4.4)$$

де  $a$  – амплітуда коливань;  $(\omega t + \alpha)$  – фаза коливань, що визначає положення коливної точки в момент часу  $t$ ;  $\alpha$  – початкова фаза коливань при  $t = 0$ ;  $\omega = \frac{2\pi}{T}$  – кругова (циклічна) частота збуджуючої сили, дорівнює числу циклів коливань за  $2\pi$  секунд;  $T$  – період коливань, дорівнює тривалості одного циклу коливання, сек.;  $f = 1/T$  (Гц) – частота коливань, дорівнює числу циклів коливань за одиницю часу.

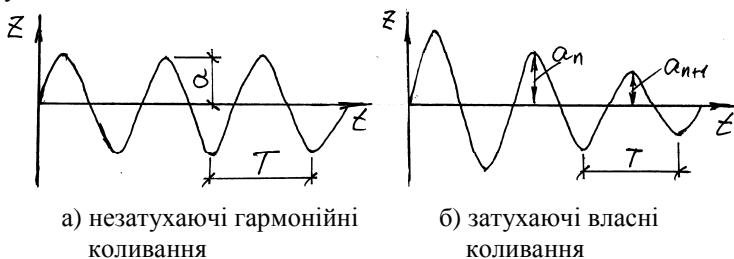


Рис. 4.9 – Графіки коливальних процесів

Основною динамічною характеристикою будь-якої конструкції є властиві їй частоти власних коливань, число яких визначається числом ступенів свободи коливальної системи. До числа систем з одним ступенем свободи відносяться гнучкі балки із зосередженою масою в середині прольоту, масивні жорсткі фундаменти при вертикальних коливаннях і т.д. Балки з рівномірно розподіленим навантаженням є системою з нескінченним числом ступенів свободи. Кожній частоті власних коливань відповідає своя форма коливань балки (рис. 4.10).

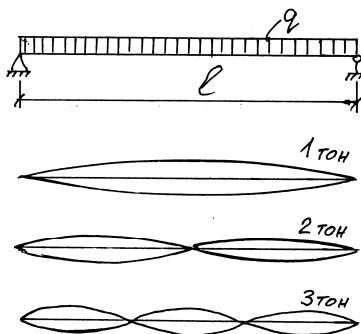


Рис. 4.10 – Форми коливань однопрольотної балки

Як правило, максимального значення амплітуди досягають при частотах збуджуючої сили, близьких частоті основного (першого) тону власних коливань конструкції.

Динамічні характеристики матеріалів, які визначають за матеріалами вібраційних випробувань – це: динамічний модуль пружності (для бетону, каменю в деревини він вище ніж статичний модуль пружності); логарифмічний декремент затухання власних коливань; динамічні міцнісні характеристики.

Логарифмічний декремент затухання розраховується по амплітудах власних коливань (див. рис. 4.9,б):

$$\delta = \ln \frac{a_n}{a_{n+1}}. \quad (4.5)$$

Основними задачами динамічних випробувань є:

- визначення динамічних характеристик конструкцій - частоти власних коливань, періоду, коефіцієнтів затухання і форми коливань;
- визначення характеристик динамічних експлуатаційних навантажень - їхніх значень, напрямку, частоти;
- вплив динамічного навантаження на міцність, жорсткість і тріщиностійкість конструкції;
- можливість установки на конструкцію агрегатів з динамічними навантаженнями;
- вплив динамічних навантажень на експлуатаційні умови споруд і на хід технологічного процесу;
- фізіологічні впливи вібрації споруди на організм людини;
- експериментальна перевірка нової методики розрахунку конструкцій на динамічні впливи.

## Вимірювання переміщень і частот найпростішими приладами

### Застосування вібростарок

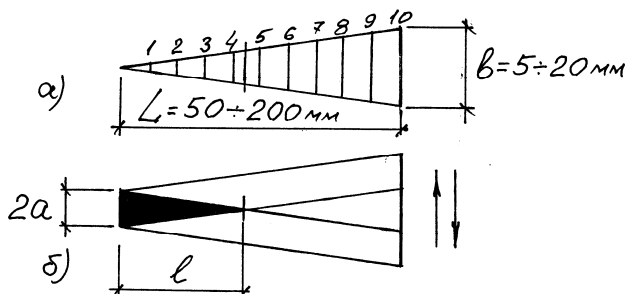


Рис. 4.11 – Вібростарка: а – у стані спокою; б – при вібрації

Вібростарки використовуються для грубої оцінки коливань при амплітудах  $a > 0,3-0,5$  мм і частотах  $f > 7$  Гц. Такі коливання для більшості конструкцій неприпустимі.

Вібростарка являє собою паперовий клин з розмірами, зазначеними на рис. 4.11, наклеюється на досліджувану поверхню так, щоб основа клина збігалася з напрямком коливань.

Розмах коливань конструкції визначається за формулою

$$2a = \frac{l \cdot b}{L}. \quad (4.6)$$

### Застосування індикаторів

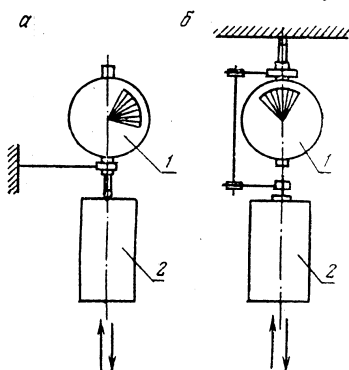


Рис. 4.12 – Застосування індикатора годинникового типу для вимірювання амплітуди коливань: 1 – індикатор; 2 – випробовувана конструкція

Розмах коливань випробовуваної конструкції визначається за затемненим сектором шкали індикатора.

### Застосування частотомірів

Частотоміри бувають багатопелюстковими (рис. 4.13,а) і однопелюстковими (рис. 4.13,б).

При збігу власної частоти одного з пелюстків з частотою змущених коливань конструкції пелюсток починає коливатися.

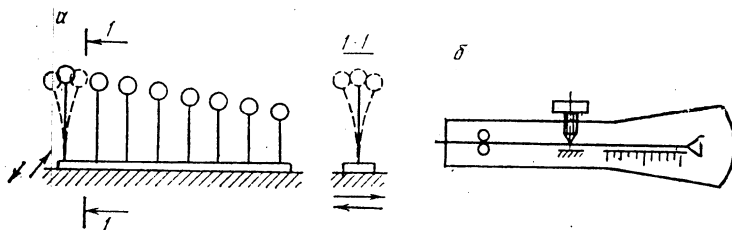


Рис. 4.13 – Частотоміри: а – багатопелюстковий; б – однопелюстковий

Характеристики всіх пелюстків нанесені на корпусі приладу, що дозволяє досить точно визначати частоту коливань випробовуваної конструкції.

У випадку застосування однопелюсткового частотоміра зміною довжини пелюстка намагаються потрапити у зону резонансу. За шкалою приладу визначають частоту коливань.

#### *Застосування ручного вібрографа ВР-1*

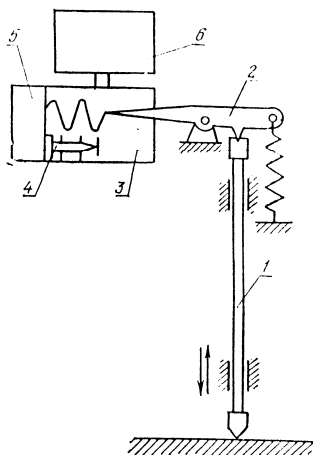


Рис. 4.14 – Схема ручного вібрографа ВР-1:

- 1 – рухомий стрижень;
- 2 – важільне перо;
- 3 – паперова стрічка;
- 4 – відмітчик часу;
- 5 – батарея;
- 6 – годинниковий механізм

Вібрографом ВР-1 міряють амплітуди коливань від 0,5 мм до 6 мм при частотах  $f = 5-100$  Гц.

Інерційною масою приладу є маса самого приладу. Запис коливань проводиться або в натуральну величину, або з 2-х чи 6-ти кратним збільшенням на червоній восковій стрічці шириною 25 мм, на яку відмітчик часу наносить мітки з інтервалом 1 сек. Точність вимірів до 8%.

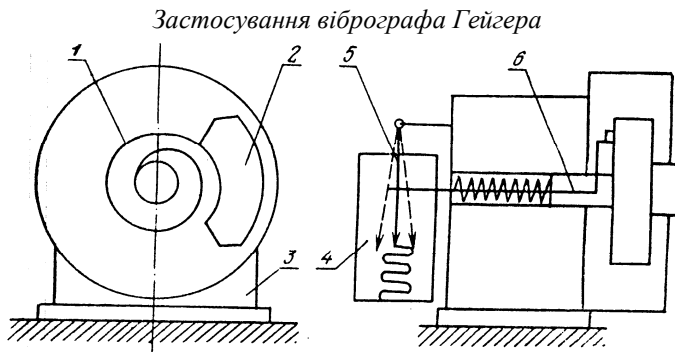


Рис. 4.15 – Схема вібрографа Гейгера:  
1 – пружина; 2 – інерційна маса; 3 – корпус приладу;  
4 – паперова стрічка; 5 – перо; 6 – штифт

Віброграф Гейгера – це найбільш досконалий механічний прилад контактного типу. Принцип роботи приладу ґрунтується на коливанні корпусу, з'єднаного системою важелів зі стрілкою, щодо нерухомої інерційної маси, утримуваної в заданому положенні спіральною пружиною.

Амплітуди коливань міряють в діапазоні від 0,05 до 10 мм зі збільшенням у 3-12 разів в інтервалі частот 2,5-300 Гц. Погрішність до 5%. Відмітчик часу наносить мітки з інтервалом 1 сек, працює від привода стрічкопротяжного механізму.

#### ***Вимірювання переміщень і частот віброперетворювачами***

Електричні віброперетворювачі виробляють електричні сигнали, пропорційні параметрам коливального процесу (переміщенням, швидкості або прискоренню переміщень), які дистанційно реєструються записуючими приладами.

Віброперетворювачі розділяють на пасивні (індукційні і п'єзоелектричні), що виробляють при вимірюваннях електрорушійну силу та активні (індуктивні, ємкісні і резистивні), що змінюють під час роботи який-небудь електричний параметр (індуктивність, ємкість або опір).

Найбільше поширення в практиці вимірювання коливань будівельних конструкцій одержали індукційні віброперетворювачі (вібродатчики). Схема перетворювача типу ВЕГІК приведена на рис. 4.16.

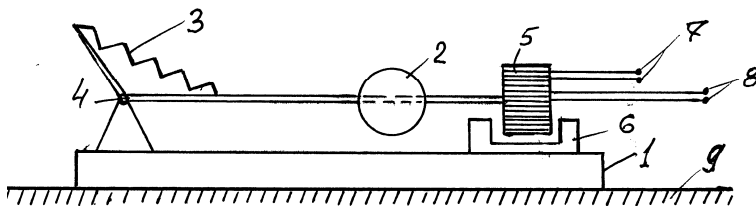


Рис. 4.16 – Схема сейсмографа ВЕГІК: 1 – корпус приладу; 2 – інертна маса; 3 – виважувальна пружина; 4 – шарнір; 5 – котушка з двома обмотками; 6 – постійний магніт; 7 – виводи робочої котушки; 8 – виводи демпфіруючої котушки; 9 – досліджуваний об'єкт.

Інертна маса 2 із закріпленою до неї котушкою 5 з двома обмотками - робочою і демпфіруючою, виконує коливальні рухи щодо корпусу приладу 1, встановленого на досліджуваній об'єкті 9. У робочій обмотці котушки 5, яка здійснює поступальні коливальні переміщення в полі постійного магніту 6, індукуються змінний струм, пропорційний швидкості переміщення котушки. Загасання власних коливань маятника, частота яких дорівнює 1 Гц, здійснюється закорочуванням виводів демпфіруючої котушки.

Приладом можна записувати і горизонтальні коливання. Для цього знімають виважувальну пружину 3 і настановними гвинтами виводять маятник у нульове положення.

Недоліком таких приладів є те, що електричний сигнал, який вони створюють, пропорційний швидкості коливальних переміщень. Тому такі датчики підключають до інтегруючого ланцюга вібродатчик-гальванометр, встановлюваного в магнітному блоці осцилографа. У цьому випадку відхилення світлового променя дзеркальцем гальванометра буде пропорційним переміщенням коливального процесу, і запис електричних сигналів вібродатчиків здійснюється багатоканальними світлопроменевими магніто-електричними осцилографами.

### ***Багатоканальні вібровимірювальні системи***

Для одночасного синхронного запису коливань конструкцій у різних її точках і в різних напрямках використовують багатоканальні вібровимірювальні системи (рис. 4.17), що складаються з таких елементів: вібродатчики, підвідні шнури, шунтова коробка, що служить для узгодження електричного сигналу датчика з чутливістю гальванометра, тобто для зміни масштабу запису та осцилограф.

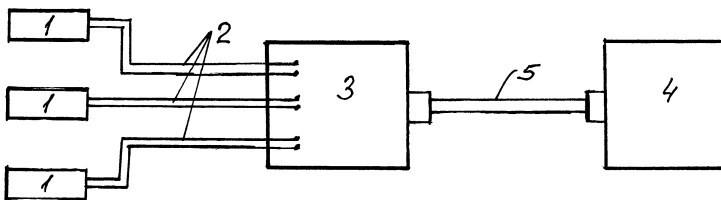


Рис. 4.17 – Схема багатоканальної вібровимірювальної системи:

1 – вібродатчики; 2 – підвідні шнури; 3 – шунтова коробка;  
4 – осцилограф; 5 – кабель

Чутливими елементами осцилографа, що перетворюють електричний сигнал в обертальний рух рамки, є дзеркальні гальванометри, встановлені в магнітному блоці осцилографа. Зміна масштабу запису здійснюється підключенням до вимірювального каналу шунтуючих і загрубляючих опорів.

#### **Обробка результатів динамічних випробувань**

Обробка результатів динамічних випробувань складається з загального аналізу досліджуваних процесів і встановлення чисельних значень параметрів цих процесів.

У результаті випробувань отримують графіки коливальних процесів (рис. 4.18), записані на паперову або магнітну стрічку у вигляді функції від часу.

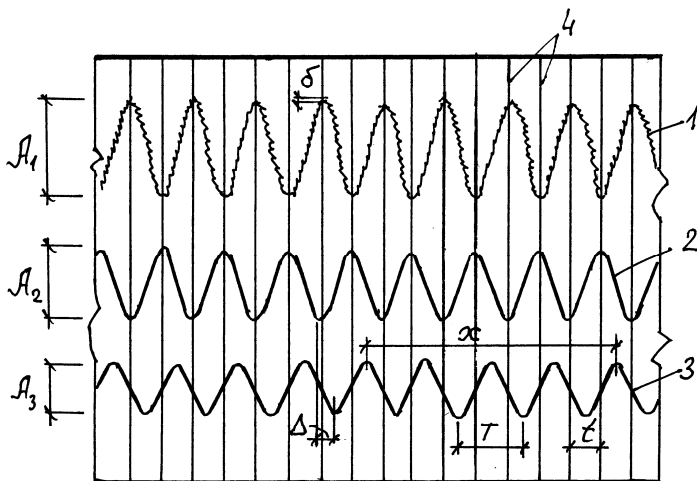


Рис. 4.18 – Зразок осцилограми: 1, 2, 3 – осцилограми трьох точок досліджуваної конструкції; 4 – мітки часу



Розмах коливань – це відстань між крайніми точками графіка коливального процесу (рис. 4.18). Для одержання дійсного значення розмаху величину розмаху, яку взято з осцилограми, необхідно помножити на масштабний коефіцієнт вимірювального каналу

$$A_u = (A_0 - \delta) \cdot m, \quad (4.7)$$

де  $\delta$  – товщина лінії графіка коливань;  $A_0$  – відстань між крайніми точками графіка коливань;  $m$  – масштабний коефіцієнт.

При заданому масштабі часу період коливань  $T$  визначається наступним виразом

$$T = \frac{x}{t \cdot n} \cdot \tau, \quad (4.8)$$

де  $x$  – довжина запису  $n$  повних коливань (рис. 4.18);  $t$  – відстань між записаними мітками часу, що відповідають інтервалу часу  $\tau$ , сек.

Частота коливань  $f$  (у герцах) дорівнює оберненій величині періоду

$$f = \frac{1}{T}. \quad (4.9)$$

### ***Оцінка результатів динамічних випробувань***

Порівняння результатів динамічних випробувань з результатами розрахункового визначення динамічних параметрів досліджуваних конструкцій дозволяє судити про вірогідність прийнятих розрахункових схем і розрахункових параметрів.

При випробуванні конструкцій експлуатаційним навантаженням отримані значення динамічних параметрів конструкції порівнюються з допустимими параметрами (амплітудами, швидкостями, прискореннями) за санітарними або технологічними вимогами.

Експериментально визначені частоти вільних коливань конструкцій дозволяють установити допустимі режими роботи технологічного обладнання, щоб виключити можливі резонансні явища. Для запобігання резонансу частоти власних і змушених коливань повинні відрізнятися не менш, чим на 20%.

При динамічних випробуваннях однотипних конструкцій порівняння частот та інтенсивності згасання коливань дозволяє давати порівняльну оцінку стану і експлуатаційної придатності конструкції.

Якщо заміряні амплітуди конструкції виявляються меншими  $0,2 \cdot 10^{-4} \cdot l$ , де  $l$  – довжина конструкції, то вплив динамічного навантаження на її несучу здатність не враховується.

## **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ ЗМ 1.2. СТАНДАРТИЗАЦІЯ**

### **ТЕМА 5 – 2 ГОДИНИ**

#### **5.1. Стандартизація як основа якості**

Стандартизація вивчає дію стандартів у народному господарстві. Стандартизація – це перелік правил для упорядкування діяльності у визначеній галузі.

Науково-технічний прогрес характерний прискореними темпами розвитку науки і техніки, більш тісною їх взаємодією та впливом на виробництво. Відбувається значне ускладнення зв'язків між галузями народного господарства, підприємствами та організаціями, зростають вимоги до сировини, матеріалів, комплектуючих виробів і готової продукції. Першорядного значення набувають питання якості, надійності й безпеки товарів виробничого призначення та товарів народного споживання.

Стандартизація сприяє швидкому впровадженню наукових досягнень у практику, допомагає визначити найбільш економічні та перспективні напрямки розвитку науково-технічного прогресу і народного господарства країни.

Зростає роль стандартизації як важливої ланки у системі управління технічним рівнем якості продукції – від наукових розробок до експлуатації та утилізації виробів.

Основною метою стандартизації є оптимальне впорядкування об'єктів стандартизації для прискорення науково-технічного прогресу, покращення якості продукції, удосконалення організації управління народним господарством, розвиток міжнародного науково-технічного співробітництва.

Головним завданням стандартизації є створення системи нормативної документації, яка визначає прогресивні вимоги до продукції, її розробки, вироблення та застосування. Останнім часом однією з ключових проблем науково-технічного та економічного розвитку країн є проблема якості продукції. Поліпшення якості продукції (процесів, робіт та послуг) – це не тільки споживча чи технічна, а й економічна, соціальна й політична проблеми суспільства.

У 1993 р. Кабінет Міністрів України прийняв Декрет «Про стандартизацію та сертифікацію», чим сприяв подальшому розвитку стандартизації та сертифікації в країні.

У 1993 р. Україна вступила до Міжнародної організації зі стандартизації (ISO).

Основні визначення стандартизації:

*Стандартизація* – це встановлення й застосування правил з метою впорядкування діяльності в певній галузі на користь і при участі всіх зацікавлених сторін, зокрема, для досягнення загальної оптимальної економії при дотриманні умов експлуатації й вимог безпеки. Стандартизація, заснована на об'єднаних досягненнях науки, техніки й передового досвіду, визначає основу не тільки сьогодення, але й майбутнього розвитку промисловості.

З визначення слідує, що стандартизація – це планова діяльність зі встановлення обов'язкових правил, норм і вимог, виконання яких забезпечує економічно оптимальну якість продукції, підвищення продуктивності суспільної праці й ефективності використання матеріальних цінностей при дотриманні вимог безпеки.

*Стандарт* – нормативно-технічний документ зі стандартизації, що встановлює комплекс норм, правил, вимог до об'єкта стандартизації й затверджений компетентним органом. Стандарт, розроблений на основі науки, техніки, передового досвіду, повинен передбачати оптимальні для суспільства рішення. Стандарти розробляють як на матеріальні предмети (продукцію, еталони, зразки речовин і т.п.), так і на норми, правила, вимоги до об'єктів організаційно-методичного й загальтехнічного характеру. Стандарт – це саме доцільне рішення повторюваного завдання для досягнення певної мети. Стандарти містять показники, які гарантують можливість підвищення якості продукції й економічності її виробництва, а також підвищення рівня її взаємозамінності.

*Технічні умови* – документ, що встановлює технічні вимоги, яким має відповідати продукція, процеси чи послуги. Технічні умови можуть бути стандартом, частиною стандарту або окремим документом.

## **5.2. Принципи та методи стандартизації**

Стандартизація як діяльність охоплює комплекс взаємопов'язаних подій, фактів у житті суспільства, які впливають на процес узагальнення та розробку нових нормативних документів і забезпечує їх використання в матеріальній, культурній та торговій сферах діяльності.

Теорія, принципи та методи в стандартизації сформувалися в процесі її розвитку і використовуються при розробці нових нормативних документів. Принципи стандартизації пов'язані з її загальним провадженням і розв'язанням поставлених перед нею задач.

*Принцип плановості* враховують при складанні перспективних і поточних планів з розробки нових і заміни застарілих стандартів. У плани обов'язково включають основні завдання комплексної стандартизації, метрології та сертифікації, виконання яких контролює Держстандарт України.

*Принцип оптимальності* полягає в тому, що розробка нових стандартів і нормативних документів має бути спрямована на врахування нових досягнень в науці, промисловості, щоб законодавчо закріпити оптимальні рішення. Прийняті нові стандарти мають сприяти економії сировини, матеріальних, трудових, енергетичних ресурсів тощо.

*Принцип перспективності* полягає в тому, що нові стандарти мають враховувати підвищені норми та вимоги до об'єктів стандартизації і мають бути випереджаючими стандартами, враховувати новітні досягнення науки і техніки.

*Принцип динамічності* забезпечує проведення як планових, так і періодичних перевірок стандартів з метою внесення до них відповідних змін та своєчасного їх перегляду. Якщо ж стандарти не відповідають сучасним вимогам, то їх необхідно скасувати, щоб вони не заважали прогресивному розвитку.

*Принцип системності* визначає розробку стандартів як елемента системи і забезпечує впорядкування розроблених і взаємопов'язаних об'єктів стандартизації в єдину систему стандартизації.

*Принцип обов'язковості* полягає в тому, що розроблені й прийняті стандарти мають обов'язковий характер в державі і їх повинні дотримуватися всі підприємства й організації незалежно від форми власності.

У стандартизації застосовують уніфікацію, агрегування, типізацію – найпоширеніші методи, які забезпечують взаємозамінність і спеціалізацію на всіх рівнях діяльності.

*Уніфікація* – найбільш поширений та ефективний метод стандартизації, яким передбачають приведення об'єктів до одноманітності і встановлення раціонального числа їх різновидів, наприклад, раціональне скорочення типів приладів або розмірів виробів однакового функціонального призначення (болти, гайки, швелери та ін.). Уніфікація дає змогу знизити вартість виробів, підвищити серійність та рівень механізації й автоматизації виробничих процесів.

*Агрегування* – метод стандартизації, який полягає в утворенні виробів шляхом комбонування їх з обмеженої кількості

стандартних і уніфікованих деталей, вузлів, агрегатів (наприклад, складання приладів, двигунів, машин тощо).

*Типізація* – метод стандартизації, спрямований на розробку типових конструкцій, технологічних, організаційних та інших рішень на основі загальних технічних характеристик (наприклад, типові будівлі, типова технологія, типова структура управління тощо).

*Взаємозамінність* – це можливість використання одного виробу, вузла, агрегату чи послуги замість іншого подібного виробу, вузла, агрегату, не змінюючи їх функціонального призначення (наприклад, заміна старого двигуна автомашини новим тощо).

*Спеціалізація* – це організаційно-технічні заходи, спрямовані на створення виробництва для випуску однотипної продукції чи послуг в широкому масштабі (наприклад, завод для випуску збірного залізобетону тощо).

### **5.3. Категорії та види стандартів**

Нормативні документи Державної системи стандартизації України включають різноманітні стандарти, в яких установлені вимоги до конкретних об'єктів стандартизації. Залежно від об'єкта стандартизації, складу, змісту, сфери діяльності та призначення, нормативні документи поділяють на категорії та види.

*Категорії нормативних документів* (залежно від об'єкта стандартизації та сфери діяльності) розподіляють так:

*Державні стандарти України (ДСТУ)* – це нормативні документи, які діють на території України і застосовуються усіма підприємствами незалежно від форми власності та підпорядкування, громадянами – суб'єктами підприємницької діяльності, міністерствами (відомствами), органами державної виконавчої влади, на діяльність яких поширюється дія стандартів. ДСТУ для будь-якої держави світу є національним стандартом України, який затверджує Держстандарт України, в галузі будівництва – Мінрегіонбуд України. Для ДСТУ характерне міжгалузеве використання і поширення переважно на продукцію масового чи серійного виробництва, на норми, правила, вимоги, терміни та поняття.

*Галузеві стандарти України (ГСТУ)* розробляють на продукцію, послуги в разі відсутності ДСТУ, чи за потреби встановлення вимог, які перевищують або доповнюють вимоги державних стандартів. Вимоги ГСТУ не мають суперечити обов'язковим вимогам ДСТУ. ГСТУ є обов'язковими для всіх підприємств і організацій певної галузі, а також для підприємств і

організацій інших галузей (замовників), які використовують чи застосовують продукцію цієї галузі.

*Стандарти науково-технічних та інженерних товариств України (СТТУ)* розробляють за потреби поширення та впровадження систематизованих, узагальнених результатів фундаментальних і прикладних досліджень, одержаних у певних галузях знань чи сферах професійних інтересів. Вимоги СТТУ не мають суперечити обов'язковим вимогам ДСТУ та ГСТУ.

Підприємства застосовують СТТУ добровільно, а окремі громадяни – суб'єкти підприємницької діяльності – якщо вважають доцільним використовувати нові передові засоби, технології, методи та інші вимоги, що містяться в цих стандартах. Використання СТТУ для виготовлення продукції можливе лише за згодою замовника або споживача цієї продукції, що закріплено договором або іншою угодою.

*Технічні умови (ТУ)* – нормативний документ, який розробляють для встановлення вимог, що регулюють відносини між постачальниками (розробником, виробником) і споживачем (замовником) продукції, для якої немає державних чи галузевих стандартів (або за потреби конкретизації вимог зазначених документів); їх затверджують на продукцію, яка перебуває в стадії освоєння і виробляють її невеликими групами. ТУ розробляють на один чи декілька конкретних виробів, матеріалів, речовин, послугу чи групу послуг. Запроваджують ТУ в дію на короткі строки (термін їх дії обмежений або встановлюють його за погодженням із замовником).

*Стандарти підприємств (СТП)* розробляють на продукцію (процес, послугу), яку виробляють і застосовують (надають) лише на конкретному підприємстві. СТП не можуть суперечити обов'язковим вимогам ДСТУ та ГСТУ. Об'єктами СТП є частина продукції, технологічне оснащення та інструмент, технологічні процеси; послуги, які надають на цьому підприємстві; процеси організації та управління виробництвом. СТП – основний організаційно-методичний документ у діючих на підприємствах системах управління якістю продукції. Як СТП можуть використовуватися також міжнародні, регіональні та національні стандарти інших країн на підставі міжнародних угод про співробітництво.

До державних стандартів України прирівнюють державні будівельні норми, а також державні класифікатори техніко-економічної й соціальної інформації. Порядок і правила розробки й застосування державних класифікаторів установлює Державний комітет України зі стандартизації, метрології та сертифікації.

Міжнародні, регіональні й національні стандарти інших країн використовують в Україні відповідно до її міжнародних договорів.

*Вид нормативного документа* залежить від специфіки об'єкта стандартизації, призначення, складу та змісту вимог, встановлених до нього.

*Основоположні стандарти* встановлюють організаційно-методичні та загально-технічні положення для визначеної галузі стандартизації, а також терміни та визначення, загально-технічні вимоги, норми та правила, що забезпечують впорядкованість, сумісність, взаємозв'язок та взаємопогодженість різних видів технічної та виробничої діяльності під час розроблення, виготовлення, транспортування та утилізації продукції, безпечність продукції, охорону навколишнього середовища.

*Стандарти на продукцію, послуги* встановлюють вимоги до груп однорідної або певної продукції, послуг, які забезпечують їх відповідність своєму призначенню. У них наводять технічні вимоги до якості продукції (послуг) при її виготовленні, постачанні та використанні; визначаються правила приймання, способи контролю та випробування, вимоги до пакування, маркування, транспортування, зберігання продукції або якості надаваних послуг.

*Стандарти на процеси* встановлюють основні вимоги до послідовності та методів (засобів, режимів, норм) виконання різних робіт (операцій) у процесах, що використовують її у різних видах діяльності та які забезпечують відповідність процесу його призначення.

*Стандарти на методи контролю* випробувань, вимірювань та аналізу регламентують послідовність операцій, способи (правила, режими, норми) і технічні засоби їх виконання для різних видів та об'єктів контролю продукції, процесів, послуг. У них наводять уніфіковані методи контролю якості, засновані на досягненнях сучасної науки і техніки.

#### **5.4. Система стандартів у промисловості та будівництві**

Державні стандарти України містять обов'язкові й рекомендаційні вимоги. До обов'язкових відносять:

- вимоги, що забезпечують безпеку продукції для життя, здоров'я й майна громадян, її сумісність і взаємозамінність, охорону навколишнього середовища, й вимоги до методів випробувань цих показників;

- вимоги техніки безпеки й гігієни праці з посиланнями на відповідні санітарні норми й правила;
- метрологічні норми, правила, вимоги й положення, які забезпечують вірогідність і точність вимірів;
- положення, які забезпечують технічну сумісність під час розробки, виготовлення, експлуатації продукції.

Обов'язкові вимоги державних стандартів підлягають безумовному виконанню органами державної виконавчої влади, всіма підприємствами, їх об'єднаннями, організаціями й громадянами – суб'єктами підприємницької діяльності, на діяльність яких поширюється дія стандартів.

Рекомендаційні вимоги державних стандартів України підлягають безумовному виконанню, якщо:

- це передбачено відповідними законодавчими актами;
- ці вимоги включені в договори на розробку, виготовлення й поставку продукції;
- виготовлювачем (постачальником) продукції зроблена заява щодо відповідності продукції цим стандартам.

Стандартизація в будівництві як складова частина державної системи стандартизації спрямована на підвищення якості зведених будинків і споруд, рівня індустріалізації, продуктивності праці. Вимоги стандартів спрямовані на підвищення надійності й довговічності будинків і споруд, поліпшення їх архітектурно-естетичної характеристики.

Основними державними нормативними документами, що регламентують всі питання в будівництві під час інженерного вишукування, проектування та будівництва будинків і споруд, є будівельні норми, які обов'язкові для всіх проектних, будівельних і монтажних організацій, підприємств промисловості будівельних матеріалів і конструкцій незалежно від їхньої відомчої підпорядкованості. Державні й галузеві стандарти, що діють у будівництві, можна розділити на такі стандарти:

- будинки й споруди;
- будівельні матеріали й конструкції;
- інженерне устаткування будинків, оснащення й інструмент;
- на загальні норми й правила.

Технічні умови в будівництві встановлюють вимоги до виготовлення, контролю, прийманню й поставці будівельних матеріалів, конструкцій та виробів, а також іншої будівельної продукції конкретних типів (марок) за відсутності на неї державних і галузевих стандартів типу «Технічні умови».



На групи продукції в будівництві розробляють стандарти, що регламентують для даної групи продукції загальні технічні вимоги, правила приймання, методи контролю й інші загальні вимоги або стандарти типу «Загальні технічні умови», що поєднують ці вимоги. Вимоги до конкретної продукції встановлюють стандарти типу «Технічні умови», «Конструкція й розміри», «Типи, конструкція й розміри».

На групи будівельних конструкцій, однорідних за функціональним призначенням і спільністю конструктивного рішення, розробляють стандарти «Типи та основні параметри», що встановлюють типи конструкцій, їхні координаційні розміри й призначені для використання при проектуванні й розробці стандартів або технічних умов на конструкції конкретних категорій.

Для будівельних конструкцій у стандартах типу «Технічні умови» установлюють номенклатуру марок конструкцій і вимог, що забезпечують їхню якість, приводять креслення загальних моделей з основними розмірами, посилання на робочі креслення конструкцій.

Робочі креслення типових конструкцій можуть включатися до складу стандарту. Стандарти на щойно розроблені й типові конструкції, що переглядають, повинні розроблятися одночасно з робочими кресленнями цих конструкцій. При розробці стандартів на типові конструкції діючих серій, що не вимагають перегляду, одночасно виробляють необхідне коректування робочих креслень. Технічні умови на будівельні конструкції розробляють разом з робочими кресленнями цих конструкцій.

Ряди координаційних модульних розмірів, а також функціональні параметри будинків, споруд й їхніх елементів установлюють у стандартах типу «Параметри».

Вимоги до якості елементів будинків і споруджень, правила їх приймання та методи контролю встановлюють у стандартах типу «Технічні вимоги, правила приймання, методи контролю».

## ***ТЕМА 6 – 2 ГОДИНИ***

### **6.1. Порядок розробки, затвердження та впровадження стандартів**

Стандарти розробляють відповідно до плану державної стандартизації з урахуванням норм чинного законодавства України,

вимог Держстандарту України та документів міжнародних і регіональних організацій зі стандартизації.

Розроблення державних стандартів України здійснюють технічні комітети зі стандартизації (ТК), міністерства (відомства), головні (базові) організації зі стандартизації або організації, що мають у відповідній галузі необхідний науково-технічний потенціал.

Протягом року різні підприємства, організації та науково-дослідні інститути розробляють велику кількість стандартів різноманітних категорій та типів, що ускладнює організацію та контроль робіт у цій сфері. Для досягнення організаційно-методичної єдності у розробленні стандартів, забезпечення координації та контролю розроблення стандартів, підготовки до їх впровадження Держстандарт передбачає певні правила та порядок. Ці правила не залежать від об'єкта стандартизації, вони є загальними і наведені у ДСТУ 1.2.

При розробці стандартів необхідно дотримуватися таких стадій виконання робіт.

- організація розробки;
- розробка в першій редакції проекту;
- розробка в остаточній редакції проекту;
- затвердження та державна реєстрація;
- видання та впровадження.

Державні стандарти України затверджує Державний комітет України із стандартизації, метрології й сертифікації, а державні стандарти в галузі будівництва й промисловості будівельних матеріалів – Міністерство регіонального розвитку і будівництва України.

Майнова частина авторського права на державні стандарти належить державі незалежно від джерел фінансування, їх розробки, а на ГСТУ, СТТУ й СТП – належить підприємствам, організаціям або органам, що їх затвердили.

Відповідальність за відповідність нормативних документів вимогам актів законодавства, а також їх науково-технічний рівень несуть розробники, організації та установи, які провели експертизу, і органи, підприємства, установи, організації й громадяни – суб'єкти підприємницької діяльності, що затвердили ці документи.

Державну реєстрацію стандарту проводять з метою виключення дублювання стандартів і забезпечення централізованої інформації щодо стандартів у країні.

При реєстрації стандартам надають відповідну категорію та позначення, яке складається з індексу (ДСТУ, ТУ, ГСТУ, СТП, СТТУ),

реєстраційного номера та року затвердження чи перегляду стандарту (дві останні цифри року, які відокремлені тире). У позначенні державного стандарту України, що входить до комплексу стандартів міжгалузевих систем, в його реєстраційному номері перші цифри з крапкою визначають комплекс стандартів. Під час затвердження стандарту визначають дату надання стандарту чинності з урахуванням часу на виконання підготовчих заходів з його впровадження.

Видання та розповсюдження державних стандартів здійснює Держстандарт України (Мінрегіонбуд України). Галузеві та інші стандарти видають міністерства (відомства), підприємства та організації. Розповсюджують стандарти через мережу спеціалізованих магазинів стандартів.

Державний нагляд і відомчий контроль за додержанням стандартів здійснюють з метою припинення та попередження порушень стандартів, технічних вимог, іншої нормативної документації, випуску продукції з порушенням вимог стандартів, підвищення державної дисципліни і законності в галузі стандартизації. Суб'єкти підприємницької діяльності за порушення обов'язкових вимог стандартів, норм і правил несуть відповідальність згідно з чинним законодавством України.

*Державний нагляд* здійснюють шляхом проведення періодичних чи постійних перевірок. Періодичні перевірки мають форму інспекційного контролю за планами державного нагляду територіальних органів Держстандарту України або за зверненнями громадян.

## **6.2. Система конструкторської й технологічної документації**

Використання міжгалузевих систем стандартизації сприяє розвитку народного господарства країни за рахунок зменшення витрат часу на розробку і поставку продукту у виробництво, створення єдиної інформаційної бази, єдиної мови та єдиних форм документів тощо. Найважливішими міжгалузевими системами для народного господарства є такі системи: конструкторської документації; технологічної документації; класифікації та кодування інформації; стандартів безпеки праці; стандартів у галузі охорони природи і раціонального використання природи та природних ресурсів.

Роль нормативного документа, який встановлює єдині правила оформлення конструкторської документації і однозначні визначення графічних позначень, а також однаковий порядок їх використання у

виробництві в усіх індустріальних країнах світу виконують стандарти на конструкторську документацію.

Удосконалення стандартів на креслення і систему креслярського господарства, використання досвіду застосування галузевих систем конструкторської документації та забезпечення узгодження правил оформлення графічних документів з рекомендаціями міжнародних організацій ISO і ІЕС дало змогу розробити систему конструкторської документації (СКД). СКД – це комплекс державних стандартів, що встановлюють єдині, взаємопов'язані правила і положення зі складання, оформлення і використання конструкторської документації в промисловості, науково-дослідних і проектно-конструкторських організаціях країни. Комплекс СКД містить близько 200 стандартів, дія яких спрямована на поліпшення якості проектувальних виробів і поліпшення умов взаємообміну конструкторською документацією між різними організаціями та підприємствами.

В галузі будівництва діють і міждержавні стандарти - система проектною документації для будівництва (наприклад, «Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень» ДСТУ Б.А.2.4-7-95).

Практична діяльність довела, що стандартизація більше поширюється на ті об'єкти, числові значення параметрів яких застосовують з використанням спеціальних чисел, або ж ряду чисел, побудованих за певною математичною залежністю; називають їх переважними числами.

*Переважні числа* – це числа, побудовані за певною закономірністю, або ж заокруглені їх значення ряду геометричної, арифметичної прогресії в інтервалі, які використовують при встановленні градації відповідних параметрів (маси, розмірів, шкал, класів точності тощо). Використання переважних чисел і рядів має міжнародне значення.

Параметричні ряди переважних чисел, або ж параметричні стандарти встановлюють ряди параметрів і розмірів найбільш раціональних типів і видів деталей, вузлів, машин, устаткування та ін.

Ряди переважних чисел мають відповідати таким вимогам:

- ряди мають будуватися на основі математичної і раціональної залежностей;
- ряди чисел мають бути нескінченними від 0 до  $\infty$ , включаючи 1,0;
- всі числа мають включати всі десяткові значення будь-якого числа;

- числа мають бути простими й легко запам'ятовуватися.

Історія утворення перших рядів переважних чисел пов'язана з іменем французького інженера Шарля Ренара (1878 р.), який розробив раціональний ряд діаметрів для виготовлення канатів. Враховуючи переваги геометричної прогресії перед арифметичною, Ренар узяв за основу канат і побудував ряд чисел з таким знаменником геометричної прогресії, який забезпечив би десяткове збільшення кожного числа ряду за формулою

$$g = \sqrt[5]{10} = 1,5849 \approx 1,6, \quad (6.1)$$

де  $g$  – знаменник прогресії.

Ренар одержав ряд переважних чисел:

$$\begin{aligned} g_0 &= (\sqrt[5]{10})^0; & g_1 &= (\sqrt[5]{10})^1; & g_2 &= (\sqrt[5]{10})^2; \\ g_3 &= (\sqrt[5]{10})^3; & g_4 &= (\sqrt[5]{10})^4; & g_5 &= (\sqrt[5]{10})^5. \end{aligned} \quad (6.2)$$

Одержані дані для практичного користування замінили заокругленими величинами та одержали відповідний ряд з п'яти чисел, починаючи з одиниці:

$$R5 \rightarrow 1; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3. \quad (6.3)$$

Виходячи із побудованого Ренаром ряду, умовно позначеного  $R5$ , згодом створено ряди  $R10, R20, R40$  з відповідними значеннями знаменників геометричної прогресії.

$$R10 = \sqrt[10]{10} = 1,15; \quad R20 = \sqrt[20]{10} = 1,12; \quad R40 = \sqrt[40]{10} = 1,06.$$

Ряди переважних чисел  $R5, R10, R20, R40$  називають основними.

Для побудови рядів переважних чисел, крім геометричної прогресії, часто використовують арифметичні, ступінчато-арифметичні прогресії і залежності. Ряди, побудовані за арифметичною прогресією, характерні тим, що різниця між сусідніми членами ряду залишається незмінною (наприклад, 1; 2; 3; 4; 5;...  $\infty$  різниця  $a = 1$ ; 25, 50, 75, 100; ...  $\infty$  різниця – 25) тощо.

Арифметичний ряд досить простий, проте має суттєвий недолік – відносну нерівномірність зі зростанням числових значень.

Широко використовують ряди серії Е для вибору вантажопідйомності залізничних вагонів, автомобілів, контейнерів тощо. Побудова цих рядів переважних чисел аналогічна рядам Ренара, проте знаменник геометричної прогресії  $g$  відмінний від знаменника рядів Ренара.

При розробці нових стандартів на серійну продукцію, чи при перегляді застарілих стандартів параметри продукції (відповідно до

вимог міжнародних та державних стандартів) мають відповідати переважним числом. У 1955 р. прийнято рекомендацію ISO/P17 «Керівництво з використання чисел і рядів переважних чисел», а в Україні відповідно діє ГОСТ 8032.

### **6.3. Міжнародна стандартизація**

Міжнародна стандартизація – це сукупність міжнародних організацій із стандартизації та продуктів їх діяльності – стандартів, рекомендацій, технічних звітів та іншої науково-технічної продукції. Таких організацій три: Міжнародна організація зі стандартизації (ISO), Міжнародна електротехнічна комісія (IEC), міжнародний союз електрозв'язку (ITU).

Міжнародна організація зі стандартизації (ISO) створена у 1946 р. її органи знаходяться в Женеві (Швейцарія). Офіційні мови ISO – англійська, французька, російська. На цих мовах видають усі матеріали та документи.

Основною метою ISO є забезпечення розвитку стандартизації та суміжних з нею галузей для сприяння міжнародному обміну товарами й послугами, а також розвитку співробітництва в інтелектуальній, науковій, технічній та економічній діяльності.

ISO, як неурядова організація, має консультативний статус ООН і є найбільшою міжнародною організацією в галузі стандартизації з широкого кола питань; її членами є 160 країн світу.

Користувачі міжнародних стандартів ISO – промислові й ділові кола, урядові та неурядові організації, споживачі й суспільство – в цілому.

Міжнародні стандарти ISO не мають статусу обов'язкових для всіх країн-учасниць. Будь-яка країна світу вправі застосовувати або не застосовувати їх. Рішення питання щодо застосування міжнародного стандарту ISO пов'язане в основному зі ступенем участі країни в міжнародному поділі праці й станом її зовнішньої торгівлі.

За своїм змістом стандарти ISO відрізняються тим, що лише близько 20% з них включають вимоги до конкретної продукції. Основна ж маса нормативних документів стосується вимог безпеки, взаємозамінності, технічної сумісності, методів випробувань продукції, а також інших загальних і методичних питань. Таким чином, використання більшості міжнародних стандартів ISO припускає, що конкретні технічні вимоги до товару встановлюють в договірних відносинах.

Основне призначення Міжнародних стандартів – це створення на міжнародному рівні єдиної методичної основи для розробки нових та вдосконалення діючих систем якості і їхніх сертифікацій.

Хоча міжнародні стандарти розробляють на основі консенсусу і добровільного визнання закладених у них вимог, на практиці відповідність їм продукції, власне кажучи, обов'язкова, тому що є критерієм конкурентоздатності й допуску на міжнародний ринок. Міжнародні стандарти стали ефективним засобом усунення технічних бар'єрів у міжнародній торгівлі, оскільки знайшли статус документів, що визначають науково-технічний рівень й якість виробів.

#### **6.4. Якість продукції**

Потреби людства в продукції та послугах різноманітні, проте вони виражають певні властивості й кількісну характеристику (параметр) цих властивостей. Потреби можуть включати такі аспекти: функціональну придатність (одяг, транспорт), фізіологічну необхідність (харчування, життєві потреби), безпечність (житло, транспорт), експлуатаційну готовність (устаткування, апарати, технологічні процеси тощо), захист навколишнього середовища (запиленість, загазованість) і багато інших.

Термін «якість» вживають стосовно певної продукції або послуг: якісні продукти харчування, якісна автомашина, якісне житло, якісний одяг, якісне обслуговування тощо. На якість продукції чи послуг впливають такі взаємопов'язані види діяльності людини, як проектування, виготовлення, зберігання, обслуговування, ремонті та ін. Кожний із перерахованих видів діяльності має свої чинники, які впливають (як позитивно так і негативно) на якість продукції і забезпечення потреб людини.

Основні поняття та визначення з якості продукції:

- *якість продукції* – сукупність властивостей і характеристика продукції чи послуг, які надають продукції чи послугам здатності задовольнити встановлені та передбачені потреби;

- *властивість продукції* – об'єктивна особливість продукції, яка може виявлятися під час її створення, експлуатації чи споживання;

- *показник якості продукції* — кількісна характеристика однієї чи кількох властивостей продукції, що характеризують її якість, яку розглядають стосовно визначених умов її створення та експлуатації;

- *параметр продукції* – ознака продукції, яка кількісно характеризує певні її властивості;

- *придатна продукція* – така продукція, яка задовольняє всі встановлені вимоги;

- *дефект* – невиконання заданої очікуваної вимоги стосовно продукції чи вимоги, включаючи вимоги безпеки;

- *брак* – продукція з наявністю дефектів; передавання її споживачу не допускається;

- *рівень якості продукції* – відносна характеристика якості продукції, яка ґрунтується на порівнянні значень оцінюваних показників якості продукції з базовими значеннями відповідних показників;

- *система якості* – сукупність організаційної структури, методик, процесів і ресурсів, необхідних для здійснення управління якістю;

- *управління якістю* – загальні функції управління, які визначають політику, цілі, відповідність у сфері якості і здійснюються за допомогою таких заходів: планування якості, оперативне управління якістю, забезпечення якості.

Життєвий цикл будь-якої продукції – сукупність стану, який проходить продукція від утворення до використання (утилізації). Основні стадії життєвого циклу: дослідження та проектування, випробування, виготовлення, зберігання, використання або експлуатація, ремонт та утилізація.

Всю промислову продукцію з метою оцінки її рівня якості можна поділити на два класи: продукція, яку безповоротно витрачають при використанні та продукція, що витрачає свій ресурс і можна повторно використовувати лише після ремонту, повторного відновлення її якості. До першого класу належить продукція, яку можна поділити на три групи: сировина й природне паливо; матеріали й продукти; опрацьовані вироби. До другого класу відносять вироби, які підлягають або не підлягають ремонту.

Якщо продукцію першого класу витрачають за призначенням в процесі експлуатації, то продукція другого класу витрачає свій ресурс, який можна поновити і продовжити експлуатацію до наступного морального спрацювання.

Показники якості продукції дають кількісне визначення ступеня відповідності продукції вимогам замовника:

- показники економічного використання сировини, матеріалів, палива, електроенергії тощо;

- показники надійності роботи устаткування, верстатів тощо. До таких показників належать: довговічність, термін роботи, термін безвідмовності, термін зберігання сировини тощо;



- технологічні показники, які характеризують продукцію за відповідністю технологічним процесам її виготовлення: металоємність, технологічність, трудомісткість тощо;

- ергономічні показники: освітлення, теплостійкість, вологостійкість тощо;

- естетичні показники: пофарбування продукції, зручність роботи і розміщення устаткування, розміщення столів, освітлення робочих місць тощо;

- показники стандартизації: уніфікація, утилізація, стандартизація вузлів, деталей технологій тощо;

- показники транспортабельності: вантажопідйомність, заповнення робочого об'єму, вантажність транспортних засобів тощо;

- патенти – правові показники: наявність авторських свідоцтв, патентів тощо;

- екологічні показники: забрудненість води і повітря, рівень радіації, вміст нітратів у сільськогосподарській продукції тощо;

- показники безпеки: електроізоляція, тепловий захист, автоматика безпеки тощо;

- показники взаємозамінності деталей, вузлів виробів, устаткування тощо.

Система якості – сукупність організаційної структури, відповідних процедур, процесів і ресурсів, які забезпечують здійснення загального управління якістю продукції та послуг, підтримання міцних зв'язків між усіма ланками управління та працюючими підприємствами на всіх рівнях виробництва й реалізації.

Масштаби системи якості повинні відповідати завданням забезпечення якості. Система якості однієї організації відрізняється від системи якості іншої організації, оскільки її формування залежить від цілей, що стоять перед організацією, її специфіки, виду виробленої продукції або послуги й властивого їй практичного досвіду. Вимоги до якості встановлюють та фіксують в нормативних і нормативно-технічних документах: державних, галузевих, фірмових стандартах, технічних умовах на продукцію, у технічних завданнях на проектування або модернізацію виробів, у кресленнях, технологічних картах і технологічних регламентах, у картах контролю якості і т.п. Затверджені в 1987 р. Міжнародні стандарти ISO серії 9000 на системи якості в цей час є нормою взаємин на ринках практично всіх країн світу. Наявність сертифіката на систему якості постачальника, що підтверджує її відповідність МС ISO 9000, стає в ряді випадків обов'язковою умовою укладання контрактів на поставку продукції.

При цьому діяльність за міжнародною стандартизацією системи якості постійно активізується й розвивається.

*Якість будівельної продукції формується при:*

- розробці нормативної документації;
- проектуванні об'єктів;
- виготовленні матеріалів, виробів, деталей і конструкцій;
- виконанні будівельно-монтажних робіт.

*Якість проекту* визначають рівнем прийнятих проектних рішень, їх прогресивністю, відповідністю новітнім технологіям, досягненням вітчизняного й закордонного досвіду.

*Якість будівельних матеріалів і виробів* характеризують сукупністю певних властивостей, що задовольняють умовам їх використання. Для несучих конструкцій – це міцність, жорсткість; для конструкцій, резервуарів – тріщиностійкість, водонепроникність, морозостійкість; для конструкцій, що обгороджують будинки – тепло- і звукоізоляційні властивості.

*Якість будівельно-монтажних робіт* визначають вимогами проекту, ДБН, технічними умовами (ТУ) і спеціальними інструкціями. Вона залежить від кваліфікації робітників та ІТП, якості машин, інструментів, застосовуваних матеріалів і виробів, дотримання технологічної послідовності виконання робіт.

Для визначення відповідності якості будівництва пропонованим вимогам й оперативному вжиттю заходів щодо ліквідації браку організують зовнішній і внутрішній контроль якості матеріалів і будівельно-монтажних робіт. Зовнішній контроль здійснюють державні й відомчі органи контролю.

Замовник виконує технічний нагляд за якістю виконаних робіт, перевіряє обсяги та контролює строки їх виконання, бере участь у прийманні закінчених об'єктів.

Органи державного архітектурно-будівельного контролю (Держархбудконтролю) видають дозвіл на виробництво будівельно-монтажних робіт, контролюють правильність забудови виділеної ділянки й дотримання технічних правил ведення робіт.

Наявність ліцензії на виконання будівельних робіт – обов'язкова умова для кожної підрядної організації.

Авторський нагляд в особі генеральної проектної організації контролює якість робіт і відповідність споруджуваних об'єктів (споруд) затвердженому проекту.

Пожежна інспекція контролює виконання на об'єкті запроектованих протипожежних заходів.

Санітарна інспекція стежить за дотриманням на будмайданчику обов'язкових правил санітарії й гігієни, а також за своєчасним виконанням заходів щодо охорони навколишнього середовища.

Держгортехнагляд контролює технічний стан і безпеку експлуатації підйомно-транспортних машин та устаткування, котлів й інших ємкостей, що працюють під тиском.

Органи державного нагляду за охороною праці здійснюють контроль за створенням, дотриманням безпечних і нешкідливих умов праці відповідно до Закону України „Про охорону праці”.

Банківський (фінансовий) контроль здійснюють для перевірки цільового використання кредитів, асигнувань, матеріальних ресурсів і коштів, строків і вартості будівництва. Генеральний замовник або генпідрядник шляхом контрольних обмірів перевіряють кількість, характер і вартість робіт, не допускаючи до оплати ті з них, які виконані з відступами від проекту, неякісно або некомплексно.

Технічний контроль здійснюють працівники й контролюючі органи будівельних організацій на всіх стадіях виконання робіт (рис. 6.1). Оперативний контроль за якістю робіт покладений на виконроба, будівельного майстра й бригадира, які виконують його безперервно й постійно. Особлива відповідальність при цьому покладена на лінійних ІТП.



Рис. 6.1 – Схема організації контролю якості в будівництві

Документально фіксується зобов'язання виконавця робіт строго дотримуватися при будівництві об'єктів вимоги проекту, ДБН, ТУ та інших нормативних документів. При цьому він попереджує про особисту адміністративну й кримінальну відповідальність за порушення технічних умов провадження робіт і будівельного законодавства. Головний інженер, будучи технічним керівником організації, здійснює систематично вибіркового контролю якості робіт.

Залежно від етапів виготовлення будівельної продукції, розрізняють чотири основних види внутрішнього контролю: вхідний, операційний, приймальний і лабораторний.

Вхідний контроль служить для перевірки якості проектної документації, а також матеріалів, виробів та обладнання. Відповідність документації можливостям якісного виконання робіт перевіряє технічний відділ при узгодженні проекту й при одержанні робочих креслень. Якість виробів, матеріалів та устаткування перевіряють згідно з відповідністю сертифікатам, стандартам, ТУ, паспортам і робочим кресленням. Цей вид контролю здійснюють виконроби, майстри, бригадири, представники будівельних лабораторій і замовника.

Операційний контроль якості є основним видом внутрішнього технічного контролю, який здійснюють безпосередньо на робочих місцях. Його виконують у вигляді самоконтролю – робітники й контролю – виробничий персонал. Звичайно операційний контроль виконують після завершення виробничих операцій. Ціль його – виявлення дефектів і вживання оперативних заходів щодо їх усунення. Операційний контроль здійснюють у відповідності зі спеціальними схемами контролю, розробленими в складі проекту виробництва робіт.

Приймальний контроль служить для оцінки якості закінчених споруд або їх частин, а також прихованих робіт.

Лабораторний контроль здійснюють в обов'язковому порядку на об'єктах будівництва при значних обсягах робіт.

Будівельні лабораторії стежать за якістю матеріалів і виробів (цементу, труб, муфт, ущільнювачів, електродів, бітуму, пасма і т.п.), перевіряють їх на відповідність ДСТУ, ТУ, нормам і сертифікатам.

Метрологічне й геодезичне забезпечення якості здійснюють будівельна лабораторія й геодезична служба з метою єдності, точності й вірогідності вимірів.

Правове забезпечення якості здійснює юридична служба спільно з кошторисно-договірним відділом і відділом маркетингу.

## **6.5. Основи сертифікації продукції**

Визначення та терміни в галузі сертифікації потрібні для забезпечення єдиного розуміння спеціалістами правил і процедур сертифікації та акредитації в міжнародному масштабі. Терміни та визначення встановлені керівними вказівками ISO/IEC2 і на європейському рівні закріплені в стандарті EN 45020.

*Сертифікація* – контрольні випробування, на основі яких встановлюють відповідність продукції чи послуг вимогам нормативного документа, за яким здійснювалось виготовлення продукції чи надання послуг, і що проводяться третьою незалежною стороною.

*Сертифікація відповідності* – дія третьої сторони, яка доводить, що належним чином ідентифікована продукція, процес, послуги відповідають конкретному стандарту чи нормативному документу. Метою цієї роботи є забезпечення відповідності продукції чи послуг прийнятим вимогам на основі результатів випробувань, проведених третьою стороною.

*Система сертифікації* – це система, яка має власні правила, процедури й управління для проведення сертифікації відповідності і функціонує на міжнародному чи національному рівні.

*Орган із сертифікації* – орган, який проводить сертифікацію відповідності самостійно або ж здійснює нагляд за цією діяльністю, яку проводить інша організація за його дорученням.

*Сертифікат відповідності* – документ, який вказує на те, що певна продукція, процеси й послуги належним чином відповідають конкретному стандарту чи нормативному документу. Останній видають з правилами системи сертифікації.

*Знак відповідності* – знак, який гарантує, що дана продукція, процеси чи послуги відповідають конкретному стандарту або ж нормативному документу. Знак видають відповідно до правил системи сертифікації.

*Третя сторона* – особа або орган, який визнають незалежними від сторін (виробника й споживача), що беруть участь у питанні, яке розглядають чи обговорюють.

*Випробування* – технічна операція, яка полягає у встановленні однієї або декількох характеристик даної продукції, процесів чи послуг відповідно до встановленої процедури.

*Метод випробувань* – встановлений порядок проведення випробувань.

*Випробувальна лабораторія* – лабораторія, яка проводить випробування продукції та її характеристики.

*Акредитація* (лабораторії). Офіційне визнання того, що випробувальна лабораторія є правочинною здійснювати конкретні випробування чи конкретні типи випробувань.

*Орган з акредитації* (лабораторії). Орган, який керує системою акредитації лабораторій і проводить акредитацію.

Інтеграційні процеси у світовій економіці сприяли розвитку й вдосконаленню в Україні процесів сертифікації та акредитації, узгоджуючи їх з міжнародними стандартами.

У 1992 р. відповідно до Закону України «Про захист прав споживачів» у державі розпочалася сертифікація продукції та послуг під керівництвом Держстандарту України. Прийнятий в 1993 р. Кабміном України Декрет «Про стандартизацію та сертифікацію», сприяв подальшому розвитку стандартизації та сертифікації в державі. Україна в 1997 р. ввійшла до Міжнародної системи сертифікації МЕКСЕ та МЕКБ.

Сертифікацію продукції в Україні ділять: на обов'язкову й добровільну.

Сертифікацію продукції здійснюють уповноважені на те органи з сертифікації – підприємства, установи й організації з метою:

- запобігання реалізації продукції, небезпечної для життя, здоров'я й майна громадян і навколишнього природного середовища;
- сприяння споживачеві в компетентному виборі продукції;
- створення умов для участі суб'єктів підприємницької діяльності в міжнародному економічному, науково-технічному співробітництві й міжнародній торгівлі.

Під час проведення сертифікації й при позитивному рішенні органа з сертифікації заявникові видають сертифікат і право маркірувати продукцію спеціальним знаком відповідності.

Форму, розміри та технічні вимоги до знака відповідності визначають державним стандартом.

Знак відповідності не може бути застосований, якщо порушені правила його використання.

Відповідність продукції (товару), ввезеної та реалізованої на території України, стандартам, що діють в Україні, повинна підтверджуватися сертифікатом відповідності або свідченням про визнання відповідності, виданим або визнаним центральним органом виконавчої влади з питань технічного регулювання або акредитованим у встановленому порядку органом з сертифікації, уповноваженим на здійснення цієї діяльності в законодавчо регульованій сфері.

Підтвердження відповідності харчових продуктів, продовольчої сировини, що супроводжують матеріали, ввезені на митну територію України, здійснюється за встановленими законами.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Борисенко В.Г., Андреев Ф.В. Метрологическое обеспечение строительного производства. Справочник строителя. – М.: Стройиздат, 1990. – 160 с.
2. Испытания сооружений: Справ. пособие/ Под ред. Ю.Д.Золотухина. – Минск: Высшая школа, 1992. – 272 с.
3. Молодченко Г.А., Попельнух В.М. Метрологія і стандартизація: Навчальний посібник. – Харків: ХДАМГ, 2001. – 76 с.
4. Цюцюра С.В., Цюцюра В.Д. Метрологія, основи вимірювань, стандартизація та сертифікація: Навчальний посібник. – К.: Знання, 2005. – 242 с.

## ДОДАТОК 1

## Міжнародна система одиниць (СІ)

Величина		Одиниця		
Назва	Розмір-ність	Назва	Позначення	
			Українське	Міжна-родне
1	2	3	4	5
<i>Основні одиниці</i>				
Довжина	L	метр	м	m
Маса	M	кілограм	кг	kg
Час	T	секунда	с	s
Сила електричного струму	I	ампер	A	A
Термодинамічна температура	$\theta$	кельвін	K	K
Сила світла	J	кандела	кд	cd
Кількість речовини	N	моль	моль	mol
<i>Похідні одиниці простору і часу</i>				
Площинний кут	a	радіан	рад	rad
Просторовий кут	W	стерадіан	ср	sr
Площа	$L^2$	квадратний метр	$m^2$	$m^2$
Об'єм, місткість	$L^3$	кубічний метр	$m^3$	$m^3$
Швидкість	$LT^{-1}$	метр за секунду	м/с	m/s
Прискорення	$LT^{-2}$	метр за секунду в квадраті	$m/s^2$	$m/s^2$
Кутова швидкість	$T^{-1}$	радіан за секунду	рад/с	rad/s
Кутове прискорення	$T^{-2}$	радіан за секунду в квадраті	$рад/с^2$	$rad/s^2$
Період	T	секунда	с	s
Частота періодичного процесу	$T^{-1}$	герц	Гц	Hz
Частота обертання	$T^{-1}$	секунда у мінус першому ступені	$c^{-1}$	$s^{-1}$
Коефіцієнт затухання	$T^{-1}$	секунда у мінус першому ступені	$c^{-1}$	$s^{-1}$
Коефіцієнт послаблення	$T^{-1}$	метр у мінус першому ступені	$m^{-1}$	$m^{-1}$



Продовження додатка 1

1	2	3	4	5
<i>Похідні одиниці механічних величин</i>				
Густина	$ML^{-3}$	кілограм на кубічний метр	$кг/м^3$	$kg/m^3$
Питомий об'єм	$L^3M^{-1}$	кубічний метр на кілограм	$м^3/кг$	$м^3/kg$
Момент інерції (динамічний)	$ML^2$	кілограм-метр у квадраті	$кг \cdot м^2$	$kg \cdot м^2$
Момент кількості руху	$ML^2T^{-1}$	кілограм-метр у квадраті за секунду	$кг \cdot м^2/с$	$kg \cdot м^2/s$
Кількість руху	$MLT^{-1}$	кілограм-метр за секунду	$кг \cdot м/с$	$kg \cdot м/s$
Момент інерції площі площинної фігури, полярний, центробіжний	$L^4$	метр у четвертому ступені	$м^4$	$м^4$
Сила	$MLT^{-2}$	ньютон	Н	Н
Сила тяжіння (вага)	$MLT^{-2}$	ньютон	Н	Н
Імпульс сили	$MLT^{-1}$	ньютон-секунда	Н·с	Н·с
Момент сили, момент пари сил	$ML^2T^{-2}$	ньютон-метр	Н·м	Н·м
Тиск	$ML^{-1}T^{-2}$	паскаль	Па	Па
Нормальна напруга	$ML^{-1}T^{-2}$	паскаль	Па	Па
Дотична напруга	$ML^{-1}T^{-2}$	паскаль	Па	Па
Модуль позовжньої пружності	$ML^{-1}T^{-2}$	паскаль	Па	Па
Модуль зсуву	$ML^{-1}T^{-2}$	паскаль	Па	Па
Модуль об'ємного стиснення	$ML^{-1}T^{-2}$	паскаль	Па	Па
Робота	$ML^2T^{-2}$	джоуль	Дж	Дж
Енергія	$ML^2T^{-2}$	джоуль	Дж	Дж
Потужність	$ML^2T^{-3}$	ват	Вт	Вт
Витрата масова	$MT^{-1}$	кілограм за секунду	$кг/с$	$kg/s$
Витрата об'ємна	$M^3T^{-1}$	метр кубічний за секунду	$м^3/с$	$М^3/s$
Динамічна в'язкість	$ML^{-1}T^{-1}$	паскаль-секунда	Па·с	Па·с
Кінематична в'язкість	$L^2T^{-1}$	квадратний метр за секунду	$м^2 \cdot с$	$м^2/s$

Продовження додатка 1

1	2	3	4	5
<i>Похідні одиниці теплових величин</i>				
Різниця температур	T	кельвін	K	K
Кількість теплоти	ML <sup>2</sup> T <sup>-2</sup>	джоуль	Дж	J
Питома кількість теплоти	L <sup>2</sup> T <sup>-2</sup>	джоуль на кілограм	Дж/кг	J/kg
Теплоємність	ML <sup>2</sup> T <sup>-2</sup> θ <sup>-1</sup>	джоуль на кельвін	Дж/К	J/K
Ентропія	ML <sup>2</sup> T <sup>-2</sup> θ <sup>-1</sup>	джоуль на кельвін	Дж/К	J/K
Питома ентропія	L <sup>2</sup> T <sup>2</sup> θ <sup>-1</sup>	джоуль на кілограм-кельвін	Дж/кг·К	J/kg·К
Питома теплоємність	L <sup>2</sup> T <sup>-2</sup> θ <sup>-1</sup>	джоуль на кілограм-кельвін	Дж/кг·К	J/kg·К
Питома газова постійна	L <sup>2</sup> T <sup>-2</sup> θ <sup>-1</sup>	джоуль на кілограм-кельвін	Дж/кг·К	J/kg·К
Тепловий потік	L <sup>2</sup> MT <sup>-3</sup>	ват	Вт	W
Теплопровідність	MLT <sup>-3</sup> θ <sup>-1</sup>	ват на метр-кельвін	Вт/м·К	W/m·k
Температуропровідність	L <sup>2</sup> T <sup>-1</sup>	квадратний метр за секунду	м <sup>2</sup> /с	м <sup>2</sup> /s
Температурний градієнт	L <sup>-1</sup> θ	кельвін на метр	К/м	К <sup>-1</sup>
Температурний коефіцієнт	θ <sup>-1</sup>	у мінус першому ступені	К <sup>-1</sup>	К <sup>-1</sup>
Коефіцієнт теплопередачі	MT <sup>-3</sup> θ <sup>-1</sup>	ват на квадратний метр-кельвін	Вт/м <sup>2</sup> ·К	W/m <sup>2</sup> ·K
<i>Похідні одиниці електричних і магнітних величин</i>				
Електричний потенціал	ML <sup>2</sup> T <sup>-3</sup> I <sup>-1</sup>	вольт	B	V
Електрорушійна сила	ML <sup>2</sup> T <sup>-3</sup> I <sup>-1</sup>	вольт	B	V
Різниця електричних потенціалів	ML <sup>2</sup> T <sup>-3</sup> I <sup>-1</sup>	вольт	B	V
Електричний опір	ML <sup>2</sup> T <sup>-3</sup> I <sup>-2</sup>	ом	Ом	Ω
Питомий електричний опір	ML <sup>3</sup> T <sup>-3</sup> I <sup>-2</sup>	ом·метр	Ом·м	Ω·m
Електрична ємність	L <sup>-2</sup> M <sup>-1</sup> T <sup>4</sup> I <sup>2</sup>	фарада	Ф	F
Електрична провідність	L <sup>-2</sup> M <sup>-1</sup> T <sup>3</sup> I <sup>2</sup>	сіменс	См	S
Питома електрична провідність	L <sup>-3</sup> M <sup>-1</sup> T <sup>3</sup> I <sup>2</sup>	сіменс на метр	См/м	S/m
Магнітний потік	L <sup>2</sup> MT <sup>-2</sup> I <sup>-1</sup>	вебер	Вб	Wb
Магнітна індукція	MT <sup>-2</sup> I <sup>-1</sup>	тесла	Тл	T
Магніторушійна сила	I	ампер	A	A

Продовження додатка 1

1	2	3	4	5
Напруженість магнітного поля	$L^{-1}I$	ампер на метр	А/м	А/м
Густина електричного струму	$L^{-2}I$	ампер на квад- ратний метр	А/м <sup>2</sup>	А/м <sup>2</sup>
Лінійна густина електричного струму	$L^{-1}I$	ампер на метр	А/м	А/м
Кількість електрики (електричний заряд)	TI	кулон	Кл	С
Поверхнева густина електричного заряду	$L^{-2}TI$	кулон на квад- ратний метр	Кл/м <sup>2</sup>	С/м <sup>2</sup>
Просторова густина електричного заряду	$L^{-3}TI$	кулон на кубічний метр	Кл/м <sup>3</sup>	С/м <sup>3</sup>
Електричний момент диполя	LTi	кулон-метр	Кл·м	С·м
Індуктивність (взаємна індуктивність)	$L^2MN^{-2}I^{-2}$	генрі	Гн	Н
Намагніченість	$L^{-1}I$	ампер на метр	А/м	А/м
Магнітний опір	$L^{-2}M^1T^2I^2$	генрі у мінус першому ступені	Гн <sup>-1</sup>	Н <sup>-1</sup>
Електрична енергія	$L^2MT^{-2}$	джоуль	Дж	Ј
Активна потужність	$L^2MT^{-3}$	ват	Вт	W
Реактивна потужність	$L^2MT^{-3}$	вар	вар	var
Повна потужність	$L^2MT^{-3}$	вольт-ампер	В А	V·A
<i>Похідні світлових одиниць</i>				
Світловий потік	J	люмен	лм	Im
Світлова енергія	TJ	люмен-секунда	лм·с	Im·s
Яскравість	$L^{-2}J$	кандела на метр квадратний	кд/м <sup>2</sup>	cd/m <sup>2</sup>
Освітленість	$L^{-2}J$	люкс	лк	Ix
Світність	$L^{-2}J$	люмен на метр квадратний	лм/м <sup>2</sup>	Im m <sup>2</sup>
Світлова експозиція	$L^{-2}TJ$	люкс-секунда	лк·с	Ix·s
Енергія випромінювання	$L^2MT^{-2}$	джоуль	Дж	Ј
Енергетична експозиція	MT <sup>-2</sup>	джоуль на метр квадратний	Дж/м <sup>2</sup>	I/m <sup>2</sup>

Продовження додатка 1

1	2	3	4	5
Потік випромінювання (потужність)	$L^2MT^{-3}$	ват	Вт	W
Поверхнева густина потoku випромінювання	$MT^{-3}$	ват на метр квадратний	Вт/м <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>
<i>Похідні одиниці акустичних величин</i>				
Звуковий тиск	$L^{-1}MT^{-2}$	паскаль	Па	Pa
Звукова енергія	$L^2MT^{-2}$	джоуль	Дж	J
Потік звукової енергії (потужність)	$L^2MT^{-3}$	ват	Вт	W
Густина звукової енергії	$L^{-1}MT^{-2}$	джоуль на кубічний метр	Дж/м <sup>3</sup>	J/m <sup>3</sup>
Довжина хвилі	L	метр	м	m
Частота звукових коливань	T <sup>-1</sup>	герц	Гц	Hz
Період звукових коливань	T	секунда	с	s
Швидкість коливання частинки	LT <sup>-1</sup>	метр на секунду	м/с	m/s
Швидкість звуку	LT <sup>-1</sup>	метр на секунду	м/с	m/s
Інтенсивність звуку	MT <sup>-3</sup>	ват на метр квадратний	Вт/м <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>
Акустичний опір	L <sup>-4</sup> MT <sup>-1</sup>	паскаль- секунда на метр кубічний	Па·с/м <sup>3</sup>	Pa·s/m <sup>3</sup>
<i>Похідні одиниці іонізуючих випромінювань</i>				
Енергія іонізуючого випромінювання	$L^2MT^{-2}$	джоуль	Дж	J
Потік енергії іонізуючого випромінювання	$L^2MT^{-3}$	ват	Вт	W
Доза випромінювання	$L^2T^{-2}$	грей	Гр	Gy
Еквівалентна доза Керма	$L^2T^{-2}$	зіверт	Зв	Sv
Потужність доз випромінювання	$L^2T^{-3}$	грей за секунду	Гр/с	Gy/s

*Продовження додатка 1*

1	2	3	4	5
Експозиційна доза рентгенівського і гама випромінювання	$\text{M}^{-1}\text{Tl}$	кулон на кілограм	Кл/кг	C/kg
Інтенсивність випромінювання	$\text{MT}^{-3}$	ват на метр квадратний	Вт/м <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>
Потужність експозиційної дози рентгенівського і гама- випромінювання	$\text{M}^{-1}\text{I}$	ампер на кілограм	А/кг	A/kg
Активність радіонукліду	$\text{T}^{-1}$	бекерель	Бк	Bg

## ДОДАТОК 2

### Позасистемні одиниці, допущені до застосування на рівні з одиницями системи СІ

Назва величини	Одиниця				Примітка
	Назва	Позначення		Співвідношення з одиницями СІ	
		Українське	Міжнародне		
Час*	хвилина година доба	хв. год. д	min h d	1 хв. = 60 с. 1 год. = 3600 с. 1 д = 24 год.	Недопустиме використання з префіксами
Маса	тонна центнер уніфікована атомна одиниця маси		t z  u	1 т = 1000 кг 1 ц = 100 кг  а.о.м. = = 1,66054·10 <sup>-27</sup>	Значення атомної одиниці маси визначене експериментально
Об'єм, місткість	літр **	л	l	1 л = 1 дм <sup>3</sup> = = 10 <sup>-3</sup> м <sup>3</sup>	Літр – є спеціальною назвою кубічного дециметра
Енергія	електрон-вольт	eВ	eV	1 eВ = 1,602177 х 10 <sup>-19</sup> Дж	Значення електрон-вольта визначене експериментально
Площинний кут	градус	...°	...°	1° = (π/180) рад	
	хвилина	...′	...′	1′ = (1/60°) = (π/10800) рад	
	секунда	...″	...″	1″ = (1/60′) = (π/648000) рад	

\* Припустимим є також застосування одиниць часу: тиждень, місяць, рік тощо, проте їх визначення часто потребує уточнення.

\*\* Не рекомендується застосовувати при точних вимірюваннях.

**ДОДАТОК 3**

**Давньоруські міри та переведення їх в одиниці СІ**

<b>Величина</b>	<b>Одиниця</b>	<b>Переведення в одиниці СІ</b>
Довжина	верста	1,0668 км
	сажень	2,1336 м
	аршин	0,7112 с
	лікоть	0,5385 м
	ступня	0,359 м
	долоня	8,99 см
	вершок	4,49 см
	фут	0,304 м
	дюйм	2,540 см
	палець	22,4 мм
	лінія	2,54 см
	точка	0,254 мм
	сотка	2,1336 см
Маса	пуд	16,370496 кг
	фунт	0,40951241 кг
	лот	12,797262 г
	золотник	4,263542 г
	доля	44,434940 мг
Площа, об'єм, місткість	десятина	10925,4 м <sup>2</sup>
	відро	12,2994 дм <sup>3</sup>
	штоф (1/10 відра)	1,22994 дм <sup>3</sup>
	чверть (для сипучих матеріалів)	0,209909 м <sup>3</sup>
	четверик	0,262387 м <sup>3</sup>
	гарнц	3,27984 дм <sup>3</sup>

## ДОДАТОК 4

### Об'єкти стандартизації в будівництві

1. Організаційно-методичні й загальнотехнічні правила:
  - 1.1. Організаційно-методичні вимоги в будівництві.
  - 1.2. Вимоги до проектної документації для будівництва.
  - 1.3. Технологічні правила проектування в будівництві.
  - 1.4. Номенклатура показників якості продукції в будівництві.
  - 1.5. Вимоги модульної координації розмірів у будівництві.
  - 1.6. Вимоги до точності геометричних параметрів у будівництві.
  - 1.7. Загальні правила проектування, регламентовані в стандартах.
  - 1.8. Вимоги безпеки праці в будівництві.
  - 1.9. Вимоги до інженерних пошуків у будівництві.
2. Будинки, споруди та їх елементи:
  - 2.1. Параметри будинків і споруд, вимоги до їх елементів і вузлів сполучення.
  - 2.2. Будівельні, будівельно-технологічні блоки й блоки інженерного устаткування.
  - 2.3. Правила приймального контролю якості елементів будинків і будівельно-монтажних робіт.
  - 2.4. Методи інструментального контролю якості в будівництві.
  - 2.5. Будинки й спорудження мобільні (інвентарні).
  - 2.6. Технологічні процеси в будівництві (типові).
3. Будівельні конструкції й вироби:
  - 3.1. Залізобетонні конструкції й вироби.
  - 3.2. Металеві конструкції й вироби.
  - 3.3. Дерев'яні конструкції й вироби.
  - 3.4. Арматурні й закладні вироби для залізобетонних конструкцій.
  - 3.5. Інші конструкції й вироби.
4. Будівельні матеріали:
  - 4.1. Стінові матеріали.
  - 4.2. Цегла.
  - 4.3. Цемент, вапно, гіпс і в'язучі на їх основі.
  - 4.4. Бетони, розчини.
  - 4.5. Покрівельні й гідроізоляційні матеріали.
  - 4.6. Герметизуючі та ущільнюючі матеріали.
  - 4.7. Теплоізоляційні матеріали.



- 4.8. Звукоізоляційні й звукопоглинальні матеріали.
- 4.9. Азбестоцементні матеріали.
- 4.10. Оздоблювальні матеріали.
- 4.11. Нерудні матеріали й пористі заповнювачі.
- 4.12. Дорожні матеріали.
- 4.13. Скло й вироби зі скла для будівництва.
- 5. Інженерне устаткування для будинків і споруд:
  - 5.1. Ліфти пасажирські й вантажні.
  - 5.2. Санітарно-технічне устаткування.
  - 5.3. Укрупнені монтажні вузли, заготовки й деталі системи інженерного устаткування.
  - 5.4. Вироби замкові та скобяні.
- 6. Оснащення для виробництва будівельних і монтажних робіт, виготовлення конструкцій:
  - 6.1. Оснащення для виробництва будівельних і монтажних робіт.
  - 6.2. Кріпильні вироби для будівництва.
  - 6.3. Форми для виготовлення залізобетонних конструкцій.
  - 6.4. Будівельний ручний інструмент.

## ЗМІСТ

	стор.
Вступ .....	3
<b>Змістовий модуль ЗМ 1.1. Метрологія</b>	
Тема 1 .....	3
1.1. Метрологія як наука про вимірювання .....	3
1.2. Метрологія: основні поняття та визначення .....	6
1.3. Державні метрологічні організації .....	7
1.4. Фізичні величини та їх одиниці .....	9
1.5. Еталони і передача розмірів одиниць робочим засобом вимірів .....	12
Тема 2 .....	13
2.1. Принципи та методи вимірювання в будівельній справі .....	13
2.2. Засоби вимірювальної техніки .....	15
2.3. Похибки результатів вимірювання .....	18
2.4. Повірка засобів вимірювальної техніки .....	20
Тема 3 .....	22
3.1. Організація контролю якості і прийомки в будівництві .....	22
3.2. Перевірка якості стану матеріалів і з'єднань .....	24
3.3. Оцінка міцності матеріалу за механічною характеристикою його поверхневого шару .....	27
3.4. Ультразвуковий імпульсний метод визначення характеристики матеріалів .....	29
3.5. Визначення положення та діаметра арматури в залізобетоні .....	32
Тема 4 .....	33
4.1. Методика проведення випробувань будівельних конструкцій .....	33
4.2. Вибір елементів для випробувань .....	34
4.3. Вибір схем і видів навантаження .....	34
4.4. Вимірювальні прилади для статичних випробувань і їхнє застосування .....	36
4.5. Вимірювання деформацій .....	38
4.6. Оцінка результатів статичних випробувань .....	41
4.7. Динамічні випробування будівельних конструкцій .....	41
<b>Змістовий модуль ЗМ 1.2. Стандартизація</b>	
Тема 5 .....	50
5.1. Стандартизація як основа якості .....	50

5.2. Принципи та методи стандартів .....	51
5.3. Категорії та види стандартизації .....	53
5.4. Система стандартів у промисловості та будівництві .....	55
Тема 6 .....	57
6.1. Порядок розробки, затвердження та впровадження стандартів .....	57
6.2. Система конструкторської й технологічної документації .....	59
6.3. Міжнародна стандартизація .....	62
6.4. Якість продукції .....	63
6.5. Основи сертифікації продукції .....	68
Список літератури .....	71
Додатки .....	72

Навчальне видання

МЕТРОЛОГІЯ І СТАНДАРТИЗАЦІЯ

Конспект лекцій

(для студентів 2 – 4 курсів денної і заочної форм навчання за напрямом  
підготовки 0921 – «Будівництво»)

Автор: Євгеній Серафімович СЄДИШЕВ

Редактор: Д.Ф.Курильченко

План 2008, поз. 29Л

Підп. до друку 10.11.2008	Формат 60x84 1/16	Папір офісний.
Друк на ризографії.	Умовн.-др. арк. 3,6	Обл.-вид. арк.
Замовл. №	Тираж 100 прим.	

61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12

Сектор оперативної поліграфії при ЦНІТ ХНАМГ  
61002, Харків, вул. Революції, 12